

**CERVICOGENER KOPFSCHMERZ :
ERGEBNISSE COMPUTERGESTÜTZTER MESSUNGEN
DER HALSWIRBELSÄULENBEWEGLICHKEIT
BEI FÜNFZEHN PATIENTEN**

RAUL DANDEKAR

1986



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554605_0014

Aus der Neurologischen Klinik Großhadern
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Th. Brandt

CERVICOGENER KOPFSCHMERZ:
ERGEBNISSE COMPUTERGESTÜTZTER MESSUNGEN DER
HALSWIRBELSÄULENBEWEGLICHKEIT BEI FÜNFZEHN PATIENTEN

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität

vorgelegt von

Raul Dandekar

München

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. Th. Brandt
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. J. Lissner
	Prof. Dr. H. J. Refior
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. V. Pfaffenrath
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	10.02.1987

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
I. EINLEITUNG	1
II. FRAGESTELLUNG	7
III. CERVICOGENER KOPFSCHMERZ: ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	9
III.1 Knöcherne Strukturen und ligamentäre Verbindungen	9
III.2 Gefäßversorgung	14
III.3 Muskuläre Verbindungen	16
III.4 Nerven	17
III.4.1 Spinalnerv C1	17
III.4.2 Spinalnerv C2	17
III.4.3 Spinalnerv C3	20
III.4.4 Spinalnerven C4 - C8	21
III.4.5 Nervus vertebralis	22
III.4.6 Nervus trigeminus	24
III.4.7 Sympathisches System	27
IV. PATHOPHYSIOLOGIE DES CERVICOGENEN KOPFSCHMERZES	29
IV.1 Schmerzverarbeitung und Schmerzleitung im HWS-Bereich	29
IV.1.1 Schmerzauslösende Strukturen	33
IV.1.2 Schmerzleitende Strukturen im HWS-Bereich	33
IV.1.2.1 Trigemino-cervicales System	34
IV.1.2.2 Trigemino-vaskuläres System	37
IV.1.2.3 Halssympathicus und Gefäße	40
IV.1.2.4 Halssympathicus und Schmerzleitung	42
IV.1.2.5 Weitere Ursachen für eine Störung des Blutflusses durch die Aa. vertebrales	42

IV.2 Begleitsymptome des CV	45
IV.2.1 Lakrimation, Rhinorrhoe, konjunktivale Injektion und Gesichtserythem	45
IV.2.2 Sehstörungen	46
IV.2.3 Schwindel und Ataxie	48
IV.2.4 Schluckstörungen	48
V. MATERIAL UND METHODIK	51
V.1 Patientengut	51
V.1.1 Patientengruppe - Kasuistiken	51
V.2 Methodik	64
V.2.1 Anfertigung der Röntgenaufnahmen	64
V.2.2 Computergestützte Auswertung der HWS- Funktionsaufnahmen	65
V.2.3 C2-Blockade	71
VI. ERGEBNISSE	74
VI.1 Klinische Daten	74
VI.2 Ergebnisse der technischen Untersuchungen	78
VI.2.1 Radiologische Befunde	78
VI.2.2 Computergestützte Bestimmung der Achsdrehpunkte	80
VI.2.3 Einzelbeschreibungen der Achsdrehpunkte aus den HWS-Funktionstomogrammen bei der CV- und der Kontrollgruppe	82
VI.2.4 Ergebnisse der Beweglichkeitsmessungen	100
VI.2.5 Vergleich der radiologischen Befunde mit den Ergebnissen der Beweglichkeitsmessung	106
VII. DISKUSSION	110
VIII. LITERATURVERZEICHNIS	116

I. EINLEITUNG

Störungen im Bereich der Halswirbelsäule (HWS) werden häufig als Ursache von Kopf- und Nackenschmerzen vermutet. Trotz zahlreicher Untersuchungen (4, 5, 26, 37, 71) existiert bis heute kein eindeutig definiertes HWS-bedingtes Kopfschmerz (KS)-Syndrom, das eine verlässliche Differentialdiagnose gegenüber anderen primären KS ermöglicht. Dementsprechend fehlen wissenschaftlich gesicherte Therapiekonzepte. Ätiologie und Pathogenese dieser KS sind Gegenstand zahlreicher Hypothesen. Diskutiert werden vaskuläre (6, 14, 24), myogene (26, 53, 73), ligamentäre (60, 63), neurogene (5, 19, 20, 22, 32, 37, 46, 49, 54) und ossäre (4, 10, 11, 36, 41, 43) Ursachen.

Ältere Beschreibungen von KS-Syndromen mit vermutlich "zervikalem" Ursprung gehen auf Barré (5) und Bärtschi-Rochaix (3, 4) zurück und wurden als Sonderformen einer Migräne angesehen.

Barré berichtete 1925 (5) über ein "Syndrome sympathique cervicale posterieur", im wesentlichen bestehend aus einem beidseitigen okzipitalen KS, Schwindel, Ohrensausen und Sehstörungen.

Bärtschi-Rochaix unterschied 1949 (3) bei der Beschreibung der "Migraine cervicale" zwischen traumatisch bedingten einseitigen, und degenerativ bedingten, beidseitigen KS. Neben den von okzipital nach frontal ausstrahlenden KS traten als Begleitsymptome "migräneartige" Sehstörungen (Skotome, Fortification-Spectren), Schwindel, Ohrensausen und gelegentlich

Schulter-Arm-Schmerzen von nichtradikulärem Charakter auf. Einige dieser Patienten konnten ihre Symptome durch Rotation, sowie Ventro- und Dorsoflexion des Kopfes, also mechanisch, auslösen.

Hunter und Mayfield berichteten 1949 (37) über 11 Patienten mit einseitigen, von okzipital nach frontal ausstrahlenden KS-Attacken. Der KS begann stets auf der gleichen Seite, begleitet von einer Lakrimation, einem Gesichtserythrem, einer Rhinorrhoe und einer erhöhten Schweißsekretion auf der betroffenen Seite. Bei besonders schweren Attacken traten zusätzlich Schwindel, Übelkeit und Erbrechen hinzu. In acht Fällen bestand anamnestisch ein HWS-Trauma. Bei dieser Patientengruppe konnte mit einer Blockade der Nervenwurzel C2 auf der symptomatischen Seite vollständige Schmerzfreiheit erreicht werden, in den übrigen drei Fällen trat zumindest eine Schmerzerleichterung auf.

Durch eine Durchtrennung der intradural gelegenen, sensiblen Wurzel C2 auf der symptomatischen Seite wurde bei den acht Fällen mit einem Trauma in der Vorgeschichte initial vollständige Schmerzfreiheit erzielt. Bei den nichttraumatischen Fällen konnte keine Besserung erreicht werden. Sjaastad geht in seiner Beschreibung des Cervicogenen Kopfschmerzes (69) davon aus, daß es sich bei den Fällen von Hunter und Mayfield um einen "Cervicogenen Kopfschmerz" (CV) gehandelt hat, obwohl andere Autoren eher einen episodischen Cluster-KS vermuten.

Die von Sjaastad eingeführte Bezeichnung "cervicogen"

weist auf die vermutliche Entstehungsregion des Schmerzes hin, ohne sich auf eine bestimmte anatomische Struktur festzulegen (69). Von wesentlicher Bedeutung ist aber, daß die von ihm beschriebene Symptomkonstellation eine Abgrenzung zu anderen primären KS-Syndromen, wie sie vom "Ad Hoc Committee On Classification Of Headache" (1) definiert wurden, ermöglicht.

Der CV ist nach Sjaastad (68) durch zwei Hauptcharakteristika gekennzeichnet:

- a) die überwiegende oder ausschließliche Einseitigkeit der KS und
- b) deren mechanische Auslösbarkeit.

Die konstante Unilateralität hat der CV mit anderen KS-Syndromen wie z.B. dem Cluster-KS (CK) (42), der Hemikrania continua (70), dem Neck-Tongue-Syndrome (9, 44) und der Chronisch-Paroxysmalen-Hemicranie (CPH) (66) gemeinsam, wobei eine mechanische Auslösbarkeit gelegentlich auch bei CPH-Patienten beobachtet wird (69).

Der CV soll häufiger Frauen betreffen und sich im jüngeren Erwachsenenalter manifestieren. Das Schmerzmaximum liegt okzipital, gelegentlich aber auch temporal, frontal und orbital, manchmal auch in der Gesichtsregion. Der KS wechselt nicht die Seite und kann initial ausschließlich in Form von Attacken auftreten, wobei - wie beim CK und der CPH - leichtere Schmerzen auch kontralateral empfunden werden können (69).

Der KS besteht konstant über Jahre mit fluktuierender Intensität während des Tages. Remissionsphasen sind anfänglich nicht selten. Einige Patienten berichten einen ständigen basalen KS, auf den sich später Attacken aufsetzen. Die Dauer dieser Attacken ist sehr variabel und reicht von Stunden bis zu Tagen, nur selten Minuten (69).

Während solcher CV-Attacken treten ipsilateral folgende Begleitsymptome auf: eine geringe Lakrimation, eine konjunktivale Injektion, Ohrensausen, eventuell ein Erythem in der Frontal- oder Temporalregion, manchmal auch ein Lidödem, nie aber ein Horner-Syndrom.

Relativ häufig werden während der KS-Attacke Schleiersehen oder eine diskrete Visusminderung ipsilateral angegeben, wobei die Sehstörungen nie als Skotom berichtet wurden. Bei schweren Attacken treten "migräneartige" Symptome, wie Übelkeit, Erbrechen, Inappetenz und Photo- und Sonophobie hinzu (69).

Einige Patienten beschreiben Schwindel- und Schluckbeschwerden, gelegentlich wird über in die Schulter, den Arm und in die Hand ausstrahlende Schmerzen berichtet. Zwischen den Attacken klagen die Patienten nicht selten über eine Steifigkeit und eine Bewegungseinschränkung des Nackens. Kopfbewegungen sind schmerzhaft, begleitet von Crepitationen in der Nackengegend. Viele Patienten wachen morgens mit Kopf- und Nackenschmerzen auf und dem Gefühl, "falsch gelegen zu haben". Nicht selten wird deshalb von vornherein eine

bestimmte Einschlafposition eingenommen (69).

Durch bestimmte Bewegungen können mechanisch Attacken ausgelöst werden, die offensichtlich identisch mit den spontan auftretenden Attacken sind. Dazu zählen Rotation, Ventro- und Dorsoflexion sowie Seitneigung des Kopfes, außerdem Husten, Niesen und Pressen oder wenn der Kopf längere Zeit in einer bestimmten Position gehalten wird.

Attacken können auf der symptomatischen Seite auch durch Druck auf bestimmte Triggerpunkte ausgelöst werden, und zwar über

- a) der Nervenwurzel C2,
- b) dem Austrittspunkt des Nervus occipitalis major bzw. über dessen oberflächlicher Verlaufsstrecke, sowie
- c) den Processus transversi der Halswirbelkörper (HWK) vier und fünf.

Die dabei auftretenden KS entsprechen den spontanen oder den von den Patienten mechanisch provozierbaren KS.

Folgende Punkte deuten darauf hin, daß diese KS ihren Ursprung im Zervikalbereich haben:

- a) Auslösung der KS-Attacken durch Kopfbewegungen und durch Druck auf Triggerpunkte im Nackenbereich,
- b) Steifigkeitsgefühl und Schmerzlokalisation im Nacken mit bewegungsabhängigen Crepitationen,
- c) verminderte Beweglichkeit im craniocervicalen Übergangsbereich,

- d) Schulter- und Armschmerzen ohne eindeutig radikulären Charakter (69).
- e) durch Blockade der Nervenwurzel C2, (selten auch C3), mit einem Lokalanästhetikum konnte eine vorübergehende Schmerzfreiheit bzw. Schmerzerleichterung erzielt werden mit einer Dauer von Stunden bis Wochen (68).

In neueren anatomischen Studien von Bogduk (8) konnte allerdings eine direkte knöcherne Kompression des Spinalnerven C2 bzw. des Spinalganglions C2 ausgeschlossen werden. Gegen eine C2-Kompression spricht auch das fehlende sensible Defizit, das dabei zu erwarten wäre (8).

Der Effekt dieser diagnostischen und therapeutischen C2-Blockaden (7, 37, 69) ist schwer zu verstehen (69), wenn man bedenkt, daß mikrochirurgische Eingriffe an Patienten mit CV-ähnlichen KS-Syndromen überwiegend zwischen C5 und C7 durchgeführt wurden (7, 28).

II. FRAGESTELLUNG

Informationen über schmerzauslösende Strukturen im Nackenbereich können mit Elektrostimulationsverfahren und mit lokaler Anästhesierung gewonnen werden (7, 10, 11, 12, 21, 28, 65).

Bogduk (12) hat darüberhinaus für weitere Untersuchungen des CV gefordert, daß sich die betroffenen Strukturen anatomisch definieren und sich die klinischen Symptome aus den anatomischen Gegebenheiten ableiten lassen müssen.

Beim CV weist die Schmerzfreiheit nach Blockade der Nervenwurzel C2 bzw. die Imitation des KS-Musters nach mechanischer Provokation auf die besondere Bedeutung der Wurzel C2 bzw. der von C2 innervierten Strukturen und der Afferenzen, die über C2 geleitet werden, hin (69).

Als Schmerzgeneratoren kommen in Betracht:

- a) Die von C2 innervierten Anteile der autochthonen Nackenmuskulatur und die kurzen Muskeln der Kopf-Hals-Gelenke,
- b) die ligamentären Verbindungen und Gelenkkapseln der Halswirbelsäule (HWS) einschließlich der Unco-vertebralgelenke,
- c) die knöchernen Strukturen der HWS selbst,
- d) eine direkte Irritation der A. vertebralis und/oder eine Ischämie im Stromgebiet der A. vertebralis, und
- e) eine Irritation der schmerzverschaltenden Systeme,

d. h. der zentralen und peripheren Verbindungen von C2.

Den Kopf-Hals-Gelenken kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu, da sie sowohl anatomisch als auch funktionell eine Sonderstellung einnehmen und ihre Innervation fast ausschließlich über C2 erfolgt (8, 11, 28).

Ausgehend vom jetzigen Wissen um den Cervicogenen Kopfschmerz sollten mit dieser Arbeit deshalb folgende Fragen beantwortet werden:

- a) Lassen sich bei Patienten mit einem CV an der knöchernen HWS mit einer speziellen computergestützten Auswertung von Ventro- und Dorsoflexions-Tomogrammen Veränderungen nachweisen, die für den Kopfschmerz verantwortlich gemacht werden können ?
- b) Bestätigen sich die vielfach beschriebenen und klinisch nachweisbaren Bewegungseinschränkungen der HWS unter Anwendung dieser Untersuchungstechnik ?
- c) Sind von diesen Bewegungsstörungen insbesondere die Kopf-Hals-Gelenke betroffen ?

III. CERVICOGENER KOPFSCHMERZ: ANATOMISCHE GRUNDLAGEN

III.1 Knöcherne Strukturen und ligamentäre Verbindungen.

Der cranio-cervicale Übergang wird von drei knöchernen Strukturen gebildet (Okziput, Atlas und Axis), die insgesamt über sechs Gelenke miteinander in Verbindung stehen (s. Abb. 1).

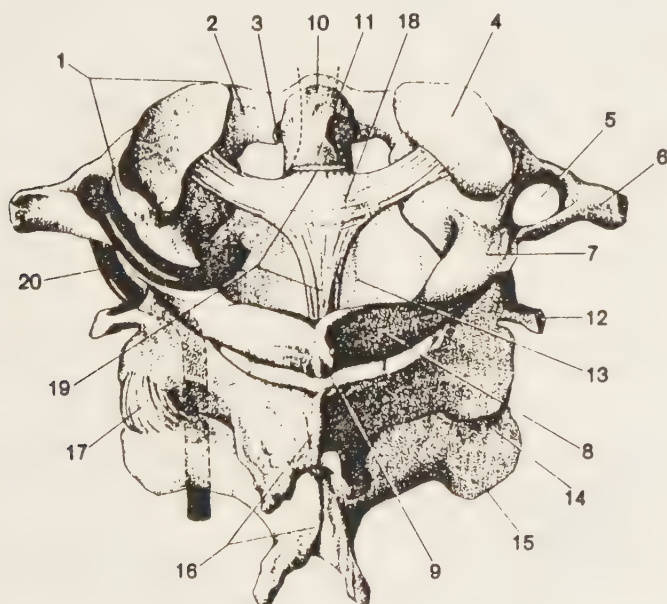


Abb.1: Atlas und Axis

aus: Frick H, Leonhardt H, Starck D. Anatomie I.
(S. 473) Thieme-Verlag, Stuttgart 1978

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 Massa lateralis | 12 Proc. transversus axis |
| 2 Arcus anterior atlantis | 13 Corpus axis |
| 3 Fovea dentis | 14 Proc. articularis superior |
| 4 Fovea articularis superior | 15 Proc. articularis inferior |
| 5 Foramen processus transversi | 16 Proc. spinosus des 2. und des |
| 6 Proc. transversus atlantis | 3. Halswirbels |
| 7 Sulcus a. vertebralis | 17 Capsula articularis |
| 8 Arcus posterior atlantis | 18, 19 Lig. cruciforme atlantis |
| 9 Tuberculum posterius | 18 Lig. transversum atlantis |
| 10 Dens axis | 19 Fasciculi longitudinales |
| 11 Facies articularis posterior | 20 A. vertebralis |
| dentis | |

Die beiden Atlantookzipitalgelenke werden von den Massae laterales des Atlas und den Hinterhauptscondylen gebildet. Die lockeren Gelenkkapseln werden posterolateral durch die Ligamenta laterales occipitoatlantes verstärkt (23).

Vom Os occipitale ziehen die Ligamenta occipitoaxiales mediales (Membrana tectoria) zum Wirbelkörper des Axis sowie die Ligamenta alares und das Ligamentum apicis dentis zum Dens axis (s. Tab. 1).

Ligament	Funktion
Ligg. occipitoaxiales mediales = Membrana tectoria	Limitierung der Flexions- und Extensionsbewegung der Atlantookzipitalgelenke
Ligg. occipitoaxiales laterale	Limitierung der Kopffrotation und Lateralflexion zwischen Kopf und HWS
Ligg. occipitodentales laterales = Ligg. alares	Limitierung der Kopffrotation und Stabilisierung des Kopfes auf der HWS. Verhinderung einer dorsalen Subluxation des Dens axis.
Lig. apicocondoideum mediale = Lig. apicis dentis	Fixierung des Dens am Okziput
Lig. transversum	Stabilisiert den Kontakt des Dens mit dem Arcus ventralis des Atlas
Ligg. occipitotransversum	Stabilisierung des Lig. transversale et transversoaxiale
Ligg. atlantoaxiales laterales	Limitiert die Kopffrotation und verstärkt die Kapseln der lateralen Atlantoaxialgelenke

Tabelle 1: Funktion der intraspinalen Ligamente aus: Dirheimer Y. The craniovertebral region in chronic inflammatory diseases (S. 13) Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1977

Die Bandverbindungen des hinteren Atlantoaxialgelenks sind in Abb. 2 dargestellt:

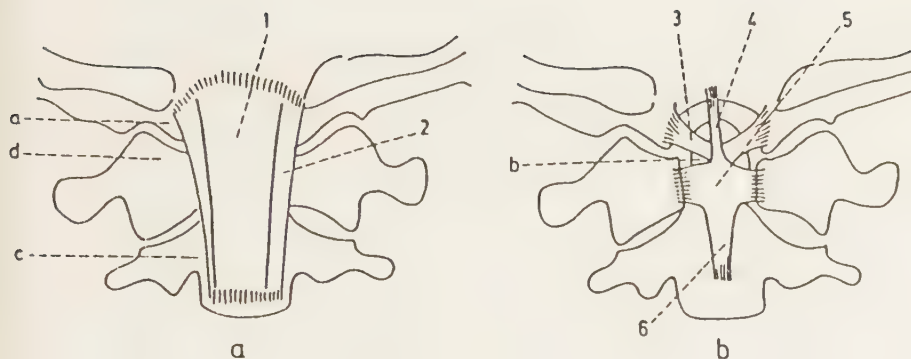


Abb. 2: Bandverbindungen des hinteren Atlanto-
axialgelenks
aus: Dirheimer Y. The craniovertebral region in
chronic inflammatory diseases (S. 12)
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1977

a) oberflächliche Schicht. b) mediale Schicht. a. Condyli occipitales, b. Proc. odontoideus, c. Axis, d. Massa lateralis des Atlas, 1. Membrana tectoria, 2. Lig. occipitoaxiale laterale, 3. Lig. alare, 4. Lig. occipitotransversale, 5. Lig. transversum, 6. Lig. transversoaxiale.

Atlas und Axis sind über insgesamt vier Einzelgelenke, die fast ausschließlich die Rotation des Atlas auf dem Axis ermöglichen, miteinander verbunden:

- a) dem vorderen Atlantoaxialgelenk zwischen dem Arcus anterior des Atlas und der Vorderfläche des Dens axis,
- b) dem hinteren Atlantoaxialgelenk zwischen Hinterfläche des Dens und der überknorpelten Gelenkfläche

des Ligamentum transversum und
c) den beiden lateralen Atlantoaxialgelenken zwischen
den Massae laterales von Atlas und Axis.

Die häufigste knöcherne Variation im Kopf-Hals-Bereich stellt mit ca. 0,1 - 0,8 % aller Fälle die Atlasassimilation dar. Hierbei fehlen die Atlantookzipitalgelenke, der Atlas ist verkleinert und der Dens axis steht höher. Bei inkompletter Assimilation kann ein Gelenk erhalten bleiben und ein Atlasschiefstand resultieren (45).

Im Atlantookzipitalgelenk finden fast ausschließlich Nickbewegungen (Dorsal- und Ventroflexion) statt, Seit- und Rotationsbewegungen sind nur in geringem Maße möglich.

Das Bewegungsmaß bei Ventro- und Dorsoflexion ist individuell sehr verschieden. Zwischen Atlas und Okziput wurden Winkel von 6 - 32 Grad (im Mittel 16 Grad) gemessen, die Seitneigung wird mit 3 - 4 Grad, bzw. bei gleichzeitiger Rotation mit maximal 9 Grad angegeben (45).

Der Umfang der Rotation zwischen Atlas und Axis beträgt in der jeweiligen Drehrichtung ca. 25 - 35 Grad (8, 15, 31, 57). Der Umfang von Ventro- und Dorsoflexion zwischen Atlas und Axis beträgt ca. 12 - 15 Grad, der der Lateralflexion ca. 5 Grad (45).

Die Halswirbel C3 bis C7 sind einheitlich gebaut. Vom zweiten Halswirbel abwärts sind die Halswirbelkörper (HWK) durch die Bandscheiben verbunden, die im HWS-Bereich schmaler und höher sind als im Bereich der BWS

und LWS. Die kranialen Seitenränder (Processus uncinati) der HWK C3-C7 ragen nahezu vertikal neben den Bandscheiben nach oben. Die Processus uncinati verschmelzen etwa ab dem zehnten Lebensjahr mit dem Wirbelkörper (72). Sie bilden gemeinsam mit kleinen Gelenkfacetten, die sich an der Unterseite des nächsthöheren Wirbels befinden, die sogenannten Uncovertebralgelenke.

In deren Gelenkspalt wird der schmale, laterale Anteil der Bandscheibe komprimiert. Durch die Scherkräfte bei Rotation und Seitneigung erfolgt eine ständige, mechanische Überbeanspruchung, die ab dem zweiten Lebensjahrzehnt zu einer Spaltbildung von ca. 2 - 4 mm Länge führt. Die eingerissenen Bandscheibenlamellen legen sich nach außen auf die Processus uncinati bzw. die Gelenkfacetten des Wirbelkörpers, was den Spalten gelenkähnliche Eigenschaften verleiht (72).

Durch die Insuffizienz der Bandscheiben mit zunehmendem Lebensalter übernehmen die Uncovertebralgelenke schließlich Tragfunktion. Aus der mechanischen Überlastung resultieren arthrotische Veränderungen, die ab dem 45. Lebensjahr regelmäßig nachweisbar sind (4, 72).

III.2 Gefäßversorgung

In den Processus transversi der HWK befinden sich die Foramina transversaria, durch die ab HWK 6 die Arteria vertebralis nach kranial aufsteigt. In ca. 5 % der Fälle tritt die A. vertebralis erst ab HWK 5, in weiteren 5 % ab HWK 3, HWK 4 oder HWK 7 (45) in die Foramina transversaria ein. Die anatomischen Strukturen der Nackenregion werden von den Arteriae vertebrales und cervicales profundae und deren Ästen versorgt. Zur Haut und zu den Nackenmuskeln ziehen außerdem Äste der A. occipitalis, cervicalis superficialis und ascendens und der A. transversa colli (27). Die A. vertebralis biegt am Unterrand des Atlas nahezu rechtwinklig zunächst nach dorsal, dann über den Sulcus arteriae vertebralis nach lateral. Sie zieht dann weiter nach kranial, um sich schließlich auf dem Clivus mit der kontralateralen A. vertebralis zur A. basilaris zu vereinigen. Von der Pars atlantis bestehen in der Regel Anastomosen zur A. occipitalis (45). Die A. vertebralis gibt Äste zu den Spinalnerven und -ganglien und zu den tiefen Nackenmuskeln ab sowie einen Ramus meningeus zur Dura mater (27).

Der Durchmesser eines Foramen transversarium beträgt ca. 4,5 mm, der der A. vertebralis ca. 2,5 - 3,5 mm. Der verbliebene Raum wird von einem Venenplexus ausgefüllt, der im Bereich der Foramina transversaria direkt an die Spinalnerven grenzt (45). Bei maximaler Rotation und gleichzeitiger Reklination des Kopfes kann es zu einer hämodynamisch wirksamen Kompression der kontralateralen A. vertebralis kommen. Fehlt eine

ausreichende Blutversorgung durch die kontralaterale A. vertebralis (Arteriosklerose, Hypoplasie einer A. vertebralis), können neurologische Symptome im Sinne einer vertebro-basilären Insuffizienz auftreten (45, 47).

Die A. occipitalis geht aus der A. carotis externa hervor und verläuft unterhalb des M. splenius capitis zum Hinterhaupt. Im Mittel 39 mm lateral der Protuberantia occipitalis externa kreuzt sie den Nervus occipitalis, wobei dieser Kreuzungsbereich gelegentlich von einem straffen Bindegewebszug oder einem inkonstantem Quermuskel überlagert ist. Veränderungen oder Entzündungen dieses Querzugs sollen auch den N. occipitalis alterieren können (45).

Der venöse Abfluß erfolgt im HWS-Bereich über die klappenlosen Plexus venosi vertebrales externi und interni und wird von dort den Venae vertebrales und cervicales profundae zugeführt. Vor ihrem Eintritt in die V. brachiocephalica nimmt die V. vertebralis meist die V. cervicalis auf (27).

III.3 Muskuläre Verbindungen

Die Gesamtheit der autochthonen Rückenmuskulatur (Erector trunci) besteht aus einem medialen und einem lateralen Trakt. Die Innervation erfolgt durch die Rami dorsales der Spinalnerven.

Zwischen Okziput und Axis liegen, sehr knochenah, die kurzen (tiefen) Nackenmuskeln. Sie ermöglichen feine, präzise abgestimmte Kopfbewegungen (27) (s. Abb. 3).



Abb. 3: Kurze Nackenmuskeln, Arterien und Nerven des Nackens. aus: Frick H, Leonhardt H, Starck D. Anatomie I, (S. 507). Thieme-Verlag, Stuttgart 1978.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 M. trapezius | 8 A. occipitalis |
| 2 M. splenius capitis und
(darunter)
M. longissimus capitis | 9 A. vertebralis |
| 3 M. semispinalis capitis | 10 N. suboccipitalis (Rd C1) |
| 4 M. obliquus capitis sup. | 11 N. occipitalis major |
| 5 M. rectus capitis post. major | 12 Ramus dorsalis (Rd) C2 |
| 6 M. rectus capitis post. minor | 13 Ramus dorsalis (Rd) C3 |
| 7 M. obliquus capitis inferior | 14 N. occipitalis tertius |
| | 15 A. cervicalis profunda |
| | 16 M. semispinalis cervicis |

III.4 Nerven

III.4.1 Spinalnerv C1

Der Spinalnerv C1 teilt sich über dem Arcus posterior des Atlas in einen Ramus dorsalis und einen Ramus ventralis.

Der Ramus ventralis (Rv) bildet mit einem aufsteigenden Ast des Rv C2 eine Schleife, die den M. longus capitis versorgt. Weitere Äste innervieren die Mm. intertransversarii und rectus capitis im Segment C1 (45).

Der Ramus dorsalis (Rd) zieht zwischen der Pars atlantis der A. vertebralis und dem Arcus posterior des Atlas durch den subokzipitalen Venenplexus und teilt sich schließlich in seine ausschließlich motorischen Äste auf, die die kurzen Nackenmuskeln versorgen. Er gibt außerdem einen Ramus communicans (Rc) ab, der sich mit dem Rc von C2 vereinigt (11).

III.4.2 Spinalnerv C2

Der extradurale Anteil der Radix dorsalis und ventralis des Spinalnerven C2 sowie das Ganglion der Radix dorsalis liegen dorsal des lateralen Atlantoaxialgelenks in Höhe des Processus articularis inferior des Atlas. Das Ganglion und der Spinalnerv sind mit einer Faszienumhüllung am Gelenk fixiert; sie befinden sich etwa in Höhe des Unterrandes des Arcus posterior des Atlas. Medial vom Ganglion und vom Spinalnerv befindet sich die Membrana atlantoaxialis posterior. Ein Venenplexus schützt den Spinalnerv an dieser Stelle. Ve-

nenplexus und Nerv sind umgeben von einer Faszienumhüllung, die medial in die Membrana atlantoaxialis und lateral in eine Faszie um die A. vertebralis übergeht. Nach ventral hat die Faszie Kontakt mit dem epiduralen Bindegewebe und der Gelenkkapsel (8).

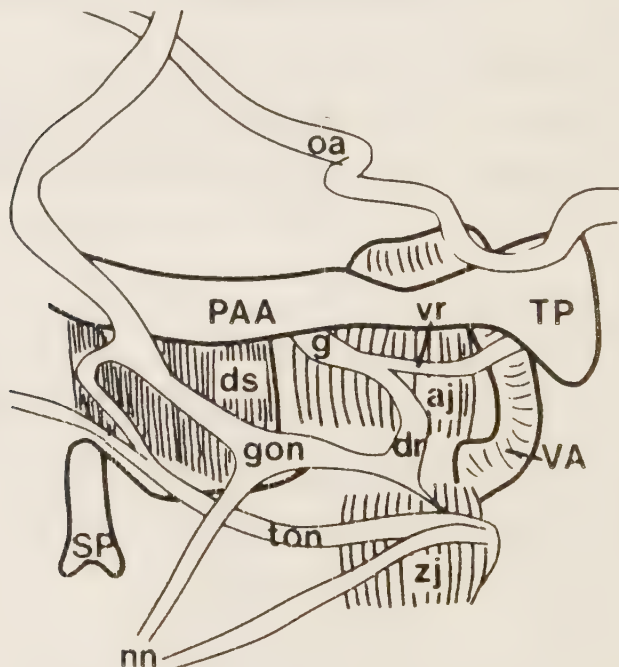


Abb. 4: Spinalnerv C2. Ganglion und Rami.
aus: Bogduk N. The anatomy of occipital neuralgia
Clin. and Exp. Neurol. 1980, 17: (167-184).

PAA = Arcus posterior des Atlas, LC2 = Wirbelbogen HWK 2, LC3 = Wirbelbogen HWK 3, PAAM = Membrana atlantoaxialis posterior, VA = A. vertebralis, CP = Plexus cervicalis, zj = lat. Wirbelgelenk C2/C3, aaj = lat. Atlantoaxialgelenk, C1dr = Ramus dorsalis C1, C2dr = Ramus dorsalis C2, vr = Ramus ventralis C2, g = Ganglion C2, a = Gelenk C3, c = Ramus communicans C2/C3, ssc = Muskelast zum M. semispinalis capitis, ton = N. occipitalis tertius.

Der Rd C2 überquert die Dorsalfläche des lateralen Atlantoaxialgelenks, das er sensibel mitinnerviert. Aufsteigende Äste anastomosieren mit Ästen aus C1, ein absteigender Ast mit C3 (11).

Der mediale Ast des Rd C2, der Nervus occipitalis major, ist nahezu ausschließlich sensibel.

Nahe dem Ursprung des M. obliquus inferior zieht er nach kranial und erhält dort einen Rc vom N. occipitalis tertius aus C3. Der N. occipitalis major verläuft unter dem M. trapezius weiter nach kranial und lateral und dringt schließlich in die Kopfschwarte ein.

Der N. occipitalis major zieht in der Regel nicht durch den M. trapezius, sondern passiert, bevor er sich in der Kopfhaut aufzweigt, eine Sehnenschlinge zwischen dem M. trapezius und dem M. sternocleidomastoideus (10, 11, 45).

Die Dorsalflexion des Kopfes führt nicht zu einer Kompression der Nervenwurzel C2, da dabei der Arcus dorsalis des Atlas den Oberrand des Wirbelbogens des Axis in der Mittellinie berührt und deshalb lateral genügend Raum für die Wurzel C2 bleibt (8).

Bei Rotation des Kopfes bewegen sich die Nervenwurzeln bzw. die Rami C2 mit dem Atlas mit, da sie an der Kapsel des lateralen Atlantoaxialgelenks fixiert sind. Eine Kompression oder Abscherung der Rami ventrales findet dabei nicht statt. Das gleiche gilt auch für die Rami dorsales, die sich bei der Rotation mit dem Insertionsbündel des M. obliquus inferior, das am Processus transversus des Atlas ansetzt, mitbewegen.

Nach Untersuchungen von Bogduk an Leichen konnte bei physiologischem Bewegungsumfang nur eine Berührung des Ganglions C2 durch knöcherne Strukturen, nie eine

Kompression festgestellt werden. Eine Kompression mit (reversibler) Deformation des Ganglions war nur nachweisbar (insbesondere bei gleichzeitiger Rotation und Dorsalflexion des Kopfes), wenn die Ganglien entweder sehr groß waren oder der Bewegungsumfang weit über das physiologische Maß weit hinausging (8). Bei diesen dynamischen Untersuchungen wurden alle Muskeln zwischen Atlas, Axis und Okziput reseziert, nur die Bandverbindungen blieben erhalten. (8).

III.4.3 Spinalnerv C3

Der Spinalnerv C3 teilt sich noch während des Verlaufs durch das Foramen intervertebrale in den Ramus ventralis und dorsalis auf.

Der Ramus dorsalis C3 biegt zwischen den Processus transversi von C2 und C3 nach dorsal um und teilt sich in seine Äste auf.

Er gibt zwei mediale Äste, einen inkonstanten, tiefen Ast und einen konstanten, oberflächlichen Ast, den Nervus occipitalis tertius ab.

Der N. occipitalis tertius innerviert sensibel die Kopf- und Nackenhaut kaudal der Protuberantia occipitalis externa.

Der laterale Ast des Ramus dorsalis C3 hat kleine Anastomosen mit den Muskelästen aus C2 und C4. Ein Rc trifft auf der Dorsalseite des Wirbelgelenks C2 - C3 auf den Rc C2 (11).

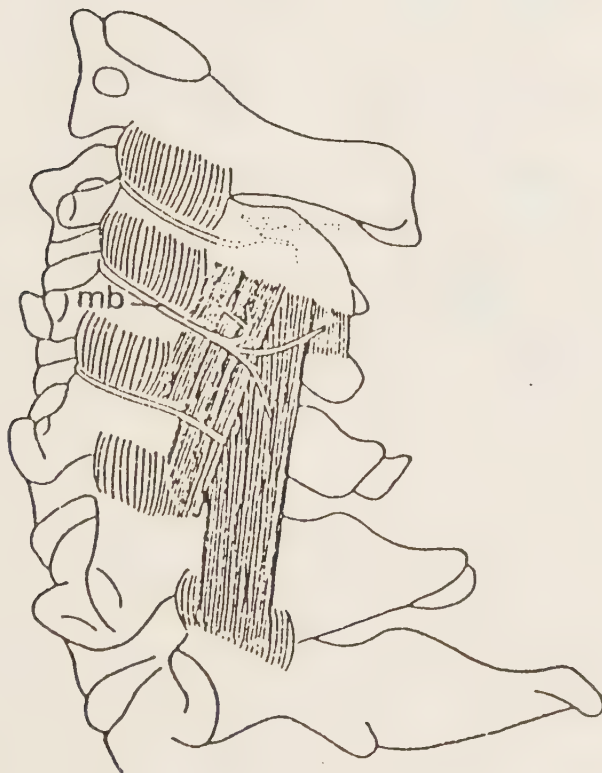


Abb. 5: Innervationsmuster der Rami dorsales C4 - C8 aus: Bogduk N. The clinical anatomy of the cervical dorsal rami. Spine 1982, 7/4 (319-330)

Darstellung der am Proc. spinosus C3 ansetzenden Muskelfasern des M. multifidus, die zusammen mit den Mm. interspinales C3/C4 von den medialen Ästen von C4 (mb) innerviert werden. Die medialen Äste von C3 innervieren die Fasern, die am Proc. spinosus C2 ansetzen und über den gezeigten Fasern liegen. Die medialen Äste von C5 durchdringen die gezeigten, von C4 innervierten Fasern und versorgen die darunterliegenden Muskelfasern. Dieses Schema wird in der gesamten HWS beibehalten.

Die Rami ventrales der Spinalnerven C4 - C8 sind an der Bildung des Plexus cervicalis (bis C4) und brachialis (C5 bis C8) beteiligt. Der jeweilige Ramus dorsalis teilt sich in einen medialen und einen lateralen Ast auf (s. Abb. 5).

III.4.5 Nervus vertebralis

Die A. vertebralis wird in ihrem Verlauf von grauen Rami communicantes, die ihrerseits aus den Rami ventrales der Spinalnerven stammen, begleitet. Einige dieser grauen Rc stammen aus dem Ganglion stellatum und ziehen zum Rv C6. Weiter kranial erreichen weitere Rc vom Truncus sympathicus die Rv C4 - C6. Die Verbindung zwischen den sympathischen Rc und den Rv erfolgt über kurze Nerven, von Bogduk als "somatic roots" (16) bezeichnet. Jede "somatic root" beginnt lateral der A. vertebralis an einem Rv und trifft ventral der Arterie auf den Rc aus dem Truncus sympathicus.

An der Abgangsstelle der "somatic root" entspringt der N. sinuvertebralis, der durch das Foramen intervertebrale den Rückenmarkskanal erreicht und die Meningen innerviert.

In der oberen HWS treffen die Rc nicht mehr, wie weiter kaudal, auf den proximalen Anteil der Rv, sondern auf deren distale Anteile, die hier bereits den Plexus cervicalis bilden.

Von C3 bis C7 verbinden zusätzliche, intersegmentale Nervenfilamente jeweils die Rv bzw. die Rc untereinander.

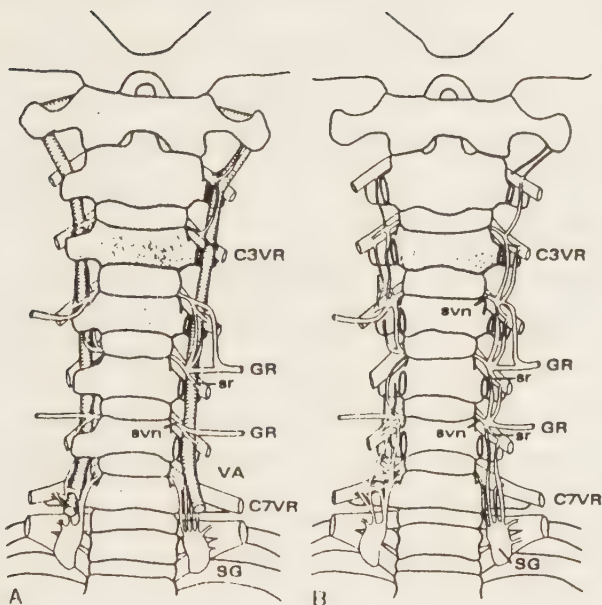


Abb. 6: Anatomie des N. vertebralis.
aus: Bogduk N. The anatomy and physiology of the
vertebral nerve in relation to cervical migraine
Cephalalgia 1981 1/1: (11-24)

In Abb. 6 sind links die Aa. vertebrales (VA) in situ belassen. Die Procc. transversi sind links über der A. vertebralis entfernt worden. Vom Ganglion stellatum (SG) ziehen dorsal von der A. vertebralis Rami communicantes (Rc) zu den Rami ventrales (Rv) von C6, C7 und C8. Vom Truncus sympathicus ziehen über die "somatic roots" (sr) Rami grisei (GR) zu den Rv C4 - C6. Von den Verbindungsstellen mit den sr ziehen die Nn. sinuvertebrales (svn) in die Foramina intervertebralia. Rechts sind die A. vertebralis und Procc. transversaria nicht dargestellt worden. Man beachte die Verästelungen der Filamente vom SG zu den Rv C6 - C8 und die intersegmentalen Verbindungen zwischen GR, sr und Rv zwischen C3 und C6, sowie die Verbindung zwischen C2 und C3 die keine Rami grisei enthält.

Einen Nervus vertebralis, wie man früher angenommen hat, gibt es also nicht, sondern die A. vertebralis wird in ihrem Verlauf von intersegmentalen, neuralen Arkaden, gebildet aus Rc der Rv der Spinalnerven und

aus Rc des sympathischen Grenzstrangs, begleitet:

Die Rc vom Ganglion stellatum ziehen direkt zum Rv und Rc von C6. Von dort zieht nun jeweils ein weiteres Paar Filamente rostral, und zwar vom Rv C6 zum Rv C5 bzw. vom Rc C6 zum Rc C5. Dieses Muster wird von C6 bis C2 beibehalten (s. Abb. 6).

Die intersegmentalen Filamente liegen meist dorsal der A. vertebralis. Sie geben feine Äste ab, die in die Adventitia der A. vertebralis eindringen.

Von C2 und C1 entspringen ebenfalls solche die Arterie begleitenden Filamente, sie haben aber keine erkennbare Verbindung miteinander (13).

III.4.6 Nervus trigeminus

Der N. trigeminus versorgt sensibel die Gesichts- und Kopfhaut im ganzen Stirnbereich, die Zähne, Mund- und Nasenhöhle, sowie die Dura der vorderen und mittleren Schädelgrube. Motorisch innerviert er die Kaumuskulatur. Die sensiblen Fasern stammen aus den unipolaren Nervenzellen des Ganglion trigeminale (Ganglion gasserii). Die Fasern, die Druck- und Berührungsreize leiten, ziehen in den Nucleus sensorius principalis (25, 77).

Die peripheren Anteile der Schmerzfasern für die Stirn, den vorderen Anteil des Schädeldaches und für das Auge laufen im N. ophtalmicus (V1), die für Nase, Oberlippe, Oberkiefer und Wange im N. maxillaris (V2). Unterlippe, Kinn und Unterkiefer werden vom N. mandibularis (V3) versorgt, ein Teil der Haut im Kie-

ferwinkel von Ästen aus C2 und C3 (77). Sie ziehen am Nucleus sensorius principalis vorbei nach kaudal. Sie bilden den Tractus spinalis n. trigemini, der am Nucleus spinalis n. trigemini (N.s.n.t.) endet. Dieser erstreckt sich bis in das Halsmark. Er bildet die kraniale Fortsetzung des Tractus dorsolateralis (Lissauerscher Trakt) und der Substantia gelatinosa, in die die Schmerzimpulse aus den oberen Zervikalsegmenten einmünden.

Der kaudale Bereich des N.s.n.t. ist somatotopisch angeordnet: Am weitesten kaudal enden die Schmerzfasern aus dem N. ophtalmicus, nach kranial folgen die Fasern aus dem N. maxillaris und schließlich die des N. mandibularis (25).

Fasern aus allen drei Ästen des N. trigeminus lassen sich bis in Höhe C2 nachweisen (56), Fasern aus dem N. ophtalmicus sogar noch bis C4 (40). Wird z. B. der Tractus spinalis n. trigemini ca 4 mm unterhalb der Medulla oblongata durchtrennt, werden die Dermatome vom N. ophtalmicus und vom N. maxillaris analgetisch. Die taktile Sensibilität bleibt dagegen weitgehend erhalten (77).

Dem Tractus spinalis n. trigemini gesellen sich Fasern aus dem N. facialis (N. intermedius), dem N. glossopharyngeus und dem N. vagus hinzu, die Schmerzimpulse vom Ohr, vom hinteren Drittel der Zunge, sowie von Pharynx und Larynx übermitteln (25) (s. Abb. 7).

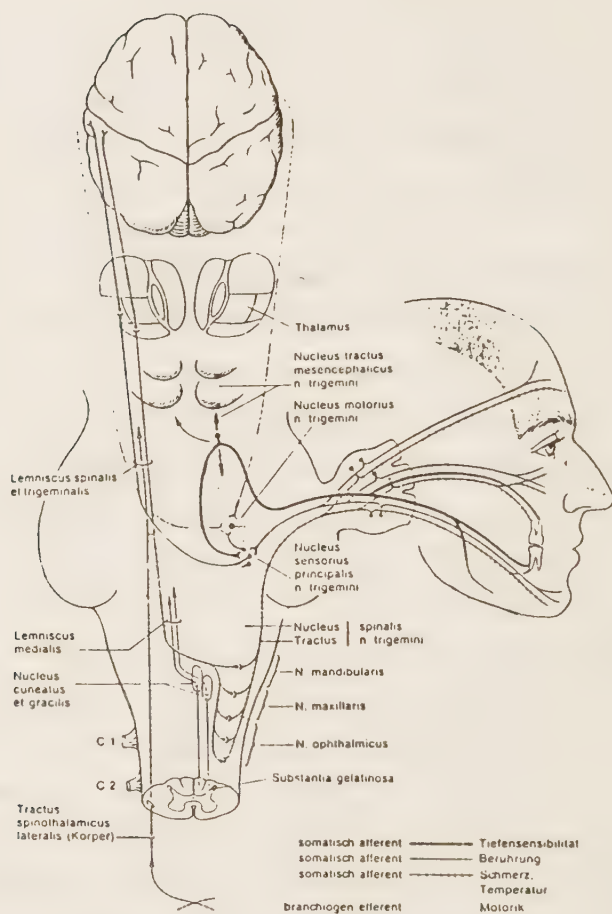


Abb. 7: Zentrale Verbindungen des N. trigeminus.
mod. nach: Duus P. Neurologisch-topische Diagnostik
(S. 142) Thieme-Verlag, Stuttgart 1983

Die Synapse mit dem zweiten Neuron liegt im N.s.n.t. Nach der Verschaltung kreuzen die Schmerzfasern breitgefächert nach kontralateral. Sie treten in den Tractus spinothalamicus lateralis ein und erreichen schließlich den Thalamus, wo die Umschaltung nach cortical erfolgt. Ein kleiner Teil der Schmerzfasern

erreicht den Thalamus ipsilateral (56, 77) (s. Abb. 7).

III.4.7 Sympathisches System

Im Kopf-Hals-Bereich bildet der Truncus sympathicus drei Ganglien, das Ganglion cervicale superius, cervicale medius und das Ganglion stellatum (Ganglion cervicale inferior und erstes thorakales Ganglion).

Der N. caroticus internus verläßt am Ganglion cervicale superius den Grenzstrang und bildet in der Wand der Arteria carotis interna den Plexus caroticus internus.

Über den N. caroticus internus gelangen postganglionäre, sympathische Fasern zum Ganglion trigeminale, zu den Gefäßen des Augapfels (Ramus sympathicus ad ganglion ciliare), zur Tränendrüse, zur Nasenschleimhaut und zum Pharynx (27). Der Ramus sympathicus ad ganglion ciliare läuft am parasymphatischen Ganglion ciliare vorbei und teilt sich in die Nn. ciliares breves auf. Die Äste zur Tränendrüse und zur Nasenschleimhaut legen sich als N. petrosus profundus an das parasymphatische Ganglion pterygopalatinum an. Sogenannte Rami laryngopharyngei ziehen zum Pharynx, wo sie zusammen mit Fasern aus dem N. glossopharyngeus und dem N. vagus den Plexus pharyngeus bilden. Dieser steuert die Motorik des Pharynx, teilweise auch den Schluck- und Würgreflex (27). Darüber hinaus gibt das Ganglion cervicale superius Rami communicantes zu den oberen vier Zervikalnerven ab, sowie einige feine

Filamente (N. jugularis) zum Ganglion inferius des N. vagus und zum Ganglion inferius des N. hypoglossus (77).

Das Ganglion cervicale medius ist das kleinste der drei sympathischen Ganglien, mit denen es über die Rami interganglionares verbunden ist.

Vom Ganglion stellatum stammen die grauen Rami communicantes zu den Rami ventrales C6 - C8 ab, die am Geflecht des N. vertebralis beteiligt sind (13, 77).

Eine Läsion des Sympathicus führt im Kopf-Hals-Bereich zu Miosis, Ptosis und Enopthalmus (Horner Syndrom), sowie im Gesichtsbereich zu Vasodilation und - je nach Ort der Schädigung der sympathischen Fasern - zum Fehlen der Schweißsekretion und zu Akkomodationsstörungen (25, 77).

IV. PATHOPHYSIOLOGIE DES CERVICOGENEN KOPFSCHMERZES

IV.1 Schmerzverarbeitung und Schmerzleitung im HWS-Bereich

Das Ausbreitungsgebiet des Schmerzes beim CV entspricht den Dermatomen des Spinalnerven C2 und des Nervus trigeminus, wobei hauptsächlich der erste Ast des N. trigeminus, der N. opthalmicus, betroffen ist (69) (s. Abb. 8).

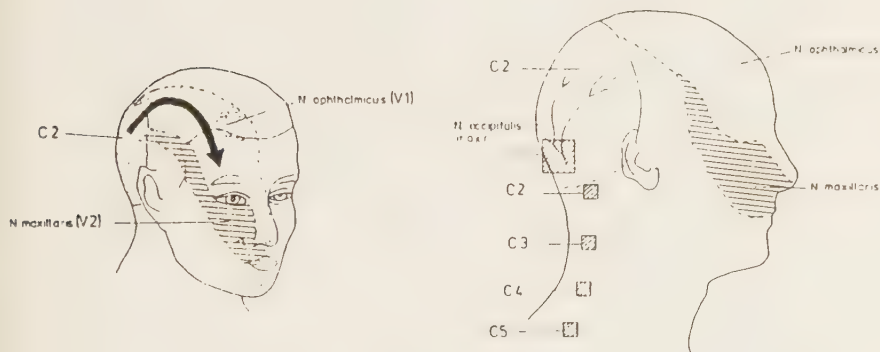


Abb. 8 (links): Schmerzausstrahlung beim Cervicogenen Kopfschmerz

Abb. 9 (rechts): Triggerpunkte beim Cervicogenen Kopfschmerz

Der Schmerz beim CV ist ein Tiefenschmerz, der über Typ-IV- oder c-Fasern geleitet wird (62). Diese Fasern sind dünn und marklos. Ihre Rezeptoren sind freie

Nervenendigungen und befinden sich im Extrazellulär-
raum (28, 62). Der adäquate Stimulus für die c-Fasern
scheint jede Art von Dehnung zu sein, z. B. bei Trau-
men oder bei Entzündungen (61). Entscheidend sind
hierbei eine Ödembildung und eine Extravasation von
Plasma in den Extrazellulärraum (28).

Berührungsreize reichen erst dann für eine Schmerzemp-
findung in der Tiefe aus, wenn die Schmerzrezeptoren
bereits irritiert, d. h. vorgeschädigt sind (61). Der
über c-Fasern vermittelte Schmerz wird charakteris-
tischerweise verzögert empfunden und fluktuiert in der
Intensität. Er stammt in der Regel aus den tieferen,
muskuloskeletalen Strukturen und entspricht dem so-
genannten übertragenen Schmerz ("referred pain").
"Referred Pain" ist eine Schmerzempfindung, die im
Dermatom der betroffenen Spinalwurzel empfunden wird.

Die Schmerzintensität ist abhängig von der Dichte und
Lokalisation der c-Fasern. Die Intensität nimmt bei
Stimulation folgender Strukturen immer mehr zu:
Muskeln - Faszie - Sehnen - Gelenkkapseln - Periost,
d. h. daß das Periost am empfindlichsten auf Schmerz
reagiert (28, 61, 62). Schmerzimpulse aus diesen
Strukturen laufen in den gemischten peripheren Nerven.
Dieser Tiefenschmerz ist dabei von dumpfer, ziehender
oder bohrender Qualität. Er ist insgesamt schlecht
lokalisierbar und strahlt häufig aus (61, 62).

Der Tiefenschmerz kann bei zunehmender Intensität von
autonomen Reaktionen bis hin zu Übelkeit und Erbrechen
begleitet sein (61, 62).

Beim Tiefenschmerz, der aus Irritation von Muskeln

resultiert (muskulokutaner Tiefenschmerz), erfolgt eine Projektion in das Dermatom der Spinalwurzel, die den betroffenen Muskel versorgt.

Stammen die Schmerzimpulse aus tieferliegenden ossären Strukturen sind für diese "Sklerotome" Abweichungen möglich. Ein Sklerotom entspricht den von einer Spinalwurzel versorgten ossären Strukturen.

Der muskuloskeletale Schmerz kann sich selbst unterhalten. Die tiefen somatischen Afferenzen führen reflektorisch nicht nur zu einer Tonuserhöhung der betroffenen, sondern auch benachbarter Segmente. Diese Tonuserhöhung wiederum erleichtert die Auslösung von Schmerzimpulsen, die wiederum die Muskelverspannung weiter steigern ("pain cycle") können. Wahrscheinlich beruht die Wirkung therapeutischer Nervenblockaden auf einer Unterbrechung dieses "circulus vitiosus" (73, 74).

Ein weiteres Charakteristikum des muskuloskeletalen Schmerzes sind sogenannte Triggerpunkte (73). Als Triggerpunkt wird ein umschriebener, überempfindlicher Haut- oder Muskelbereich mit erniedrigter Schmerzschwelle bezeichnet. Er erzeugt durch einen hohen Einstrom von Schmerzreizen ein konstantes, übertragbares Schmerzmuster. Die Einheitlichkeit des "referred-pain-pattern" bei den Patienten spricht für spezifische anatomische Bahnen, über die die Schmerzübermittlung erfolgt (73). So sind beim CV sind auf der symptomatischen Seite Triggerpunkte über der Nervenwurzel C2, über dem N. occipitalis major, und über den

Processus transversi C4 und C5 beobachtet worden (s. Abb. 9) (69).

Hinsichtlich der Entstehung des "referred pain" werden zwei Theorien diskutiert:

- die "convergence-projection-theory" (61) geht davon aus, daß die Anzahl der peripheren, schmerzleitenden Neuronen die der zentralen Neuronen des Tractus spinothalamicus lateralis weit übertrifft, so daß kutane, viscerale und somatische Schmerzfasern im Rückenmark konvergieren müssen, um verschaltet zu werden. Zentral wird dann der Schmerz in das jeweilige mitverschaltete Dermatom projiziert.

- die "convergence-facilitation-theory" postuliert, daß viscerale und tiefe somatische Schmerzreize nicht direkt den Tractus spinothalamicus lateralis erregen, sondern stattdessen die Erregungsfortleitung kutaner Reize erleichtern (facilitation) und damit bereits unerschwellige Reize zu einer Schmerzempfindung führen (61).

IV.1.1 Schmerzauslösende Strukturen

Im HWS-Bereich kommen folgende Strukturen als Schmerzgeneratoren in Frage:

- die tiefliegenden Anteile der autochthonen Nackenmuskulatur und die kurzen Nackenmuskeln der Kopf-Hals-Gelenke,
- die Bandverbindungen und Gelenkkapseln der HWS, einschließlich der Uncovertebralgelenke,
- die knöchernen Strukturen der oberen HWS,
- die A. vertebralis, sowie
- die schmerzverschaltenden Systeme selbst, d. h. die zentralen und peripheren Verbindungen in Höhe C2.

Im Vordergrund stehen dabei die Kopf-Hals-Gelenke, weil

- a) die hauptsächliche Innervation über den Spinalnerven C2 erfolgt (s. Effekt der C2-Blockade),
- b) die Kopf-Hals-Gelenke hinsichtlich Anatomie und Funktion eine Sonderstellung einnehmen, und
- c) die mittlere und untere HWS offensichtlich weniger betroffen ist (11, 28, 69).

IV.1.2 Schmerzleitende Strukturen im HWS-Bereich

Die afferenten Schmerzfasern (c-Fasern), die zum Cortex ziehen und hauptsächlich in Höhe des Rückenmarksegmentes C2 verschaltet werden, stammen aus (28):

- dem Tractus spinalis n. trigemini, über den auch die Mehrzahl der intrakraniellen schmerzsensiblen Fasern laufen,
- dem gesamten Bewegungs- und Halteapparat der Kopf-Hals-Gelenke (tiefe somatische Afferenzen),

- den arteriellen Gefäßen (sympathische Nervenfasern, die über die dorsalen Wurzeln geleitet werden), und
- dem Tractus dorsolateralis (multisegmentaler Einstrom von Schmerzimpulsen aus Bändern, Bandscheiben und den Spinalnerven) (s. Abb. 10).

Über die Wurzel C2 werden insbesondere die Afferenzen aus: dem gesamten Bewegungs- und Halteapparat der Kopf-Hals-Gelenke (tiefe somatische Afferenzen), und den arteriellen Gefäßen (sympathische Nervenfasern) verschaltet (s. Abb. 10).

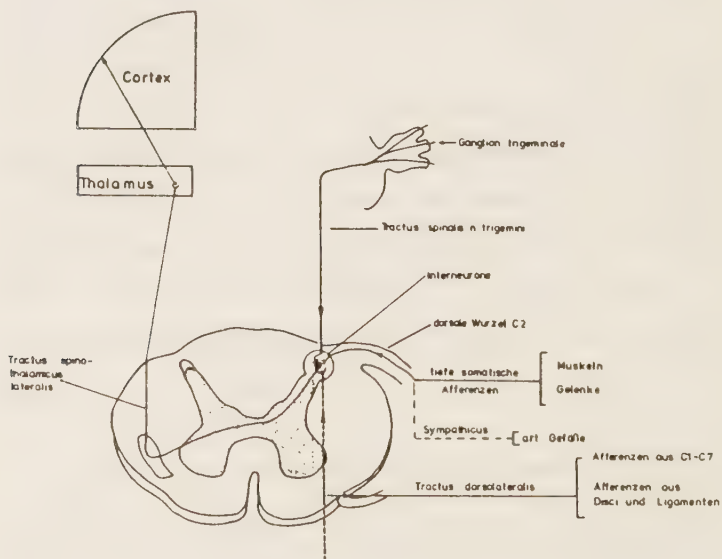


Abb. 10: Über C2 geleitete Schmerzafferenzen

IV.1.2.1 Trigeminocervicales System

Schmerzreize von Hinterkopf und Nacken gelangen über die Rami dorsales C2 - C3 in das Rückenmark. Der Rd C1

führt in der Regel nur propriozeptive Fasern aus den tiefen Nackenmuskeln (45). Im Rückenmark legen sich die Schmerzfasern von lateral an das Hinterhorn an. Die Fasern steigen im Tractus dorsolateralis und der Substantia gelatinosa zunächst bis zu drei Segmente auf oder ab, bevor sie in das Hinterhorn eintreten und sich dabei mit den absteigenden Fasern des Tractus spinalis n. trigemini vermischen (25, 56). Der aufsteigende Trakt des N. trigeminus erhält außer von C2 und C3 c-Faserimpulse aus dem Tractus dorsolateralis, wodurch auch Schmerzimpulse aus dem Bandapparat der mittleren und unteren HWS (bis C7) den N. trigeminus erreichen können (56). Bei Stimulation der Spinalwurzeln C1 und C2 mit Mikroelektroden konnten tierexperimentell (Katzen) Aktionspotentiale im Tractus spinalis n. trigemini nachgewiesen werden (40). Es zeigte sich, daß immer nur ein kleiner Prozentsatz der jeweils ausgetesteten zervikalen Neuronen (single units) zu einer trigeminalen Antwort führten. Daraus folgt, daß in den Stirnbereich ausstrahlende Kopfschmerzen also nicht regelmäßig als Folge einer Reizung zervikaler Spinalwurzeln auftreten, was die geringe Inzidenz des typischen Bildes des CV erklären könnte. Die Fortleitung (bzw. Konvergenz) der zervikalen Impulse auf trigeminale Neuronen erfolgt über sogenannte Interneurone, die in Degenerationsexperimenten eindeutig nachgewiesen werden konnten (40, 75).

Die schmerzleitenden Fasern des N. trigeminus und der oberen Zervikalnerven sind also im Rückenmark anatomisch benachbart. Schmerzinformationen aus dem gesam-

ten oberen HWS-Bereich können über die aufsteigenden Fasern des N. trigeminus weitergeleitet werden und als Schmerz im Ausbreitungsgebiet des N. trigeminus empfunden werden (56).

Eine Reihe von Studien deuten auf eine solche Mitbeteiligung der unteren und mittleren HWS an der Entstehung von KS hin:

Blume et. al. (7) fanden bei 211 Patienten mit Schulter-Arm-Schmerzen in 137 Fällen begleitende, uni- oder bilaterale okzipitale Kopfschmerzen, die bei 71 Patienten (52 %) durch Fusionsoperationen beseitigt werden konnten. Fusioniert wurden zwischen C3 und C7 jeweils ein, zwei oder maximal drei Wirbelgelenke. Die Fusion eines Gelenks (C5/C6 oder C6/C7) führte zu einer KS-Besserung bei 60 % der Patienten, bei zwei Gelenken (meist C5/C6/C7) in ca 40 %, bei drei fusionierten Gelenken in ca. 56 % der Fälle. Die Studie war retrospektiv, der Beobachtungszeitraum betrug bis zu 18 Jahren. Blume et. al. vermuteten als Ursache der KS eine Irritation entweder der Sinuvertebralnerven, der Spinalwurzeln oder der Gelenkkäste der Spinalnerven (7).

Groenbaek (28) operierte zwischen 1981 und 1983 64 Patienten mit Kopfschmerzen und Nacken-Arm-Beschwerden. Der postoperative Beobachtungszeitraum von 52 Patienten (38 w., 14 m.) im Durchschnittsalter von 48 Jahren (27-78) betrug 11 Monate. Die Beschwerdedauer lag durchschnittlich bei sieben Jahren. Bei 28 Fällen (54 %) bestanden einseitige, bei 13 (25 %) ausschließ-

lich beidseitige KS. Die Indikation zur Operation war gegeben bei typischer Anamnese (ein- oder beidseitige chronische KS von dumpfen, fluktuierenden Charakter), Versagen der üblichen konservativen Therapie und bei Operationswunsch des Patienten (28).

Ein pathologischer Röntgenbefund in Höhe der betroffenen Segmente zeigte sich bei allen Patienten als Verschmälerung des Bandscheibenzwischenraums und/oder Zeichen der Osteochondrose an den Wirbelkörpern.

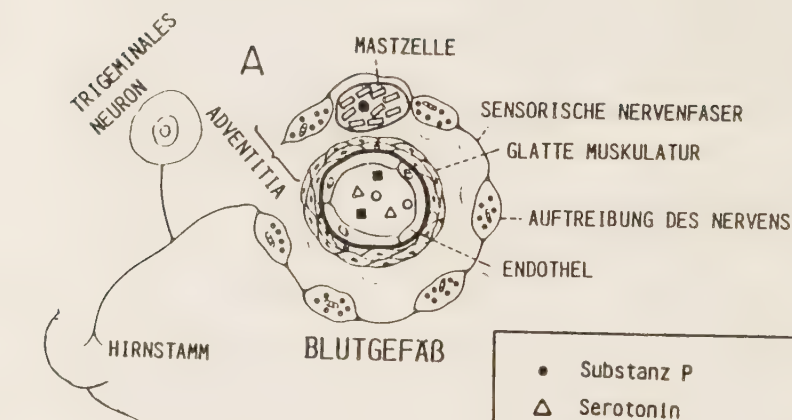
Die Operation erfolgte stets unilateral und in anterolateralen Zugang in Höhe C4/C5 (5 %), C5/C6 (69 %) und C6/C7 (26 %). Von den 39 Patienten, die unter einseitigen KS litten und nachuntersucht wurden, gaben 26 (67 %) eine deutliche Besserung, 10 (25 %) keine Besserung und 3 (8 %) eine Verschlimmerung ihrer Beschwerden an.

Groenbaek vermutet als Ursache der KS entweder Adhäsionen zwischen der A. vertebralis und den Spinalnerven und/oder Irritationen der A. vertebralis und der Spinalnerven durch eine Osteochondrose der Uncovertebralgelenke.

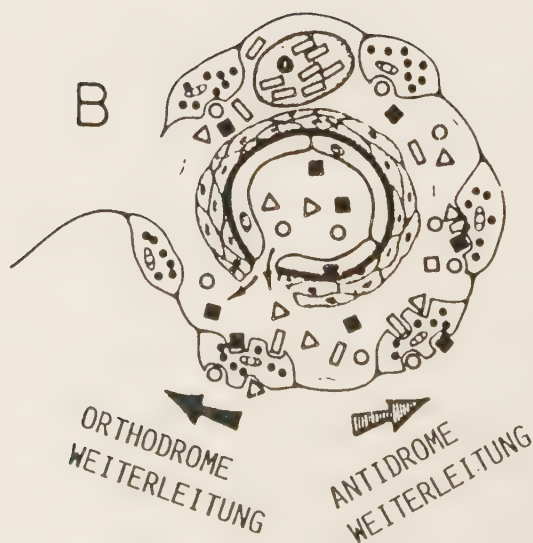
IV.1.2.2 Trigemino-vaskuläres System

Das trigemino-vaskuläre System stellt die Verbindung der c-Fasern des N. trigeminus mit den intrakraniellen Gefäßen her (s. Abb. 11 a-c).

Die marklosen c-Fasern des Trigeminus führen hierbei "neural" und zwar antidrom (axonaler Reflex) zu einer Freisetzung von Neurotransmittern, wie z. B. Substance P (SP), Histamin und Bradykinin, in das perivaskuläre



- Substanz P
- △ Serotonin
- Bradykinin
- Histamin
- Prostaglandine
- ↗ erhöhte Gefäß-permeabilität



- Substanz P
- △ Serotonin
- Bradykinin
- Histamin
- Prostaglandine
- ↗ erhöhte Gefäß-permeabilität

Abb. 11 a, b: Das trigemino-vaskuläre System

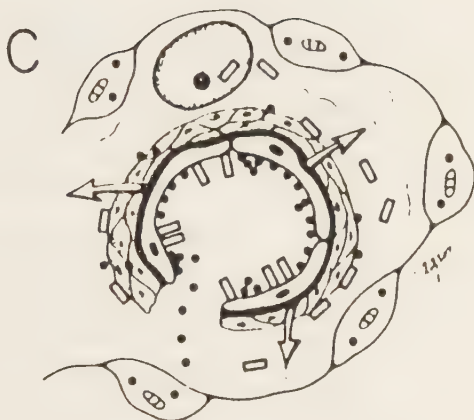
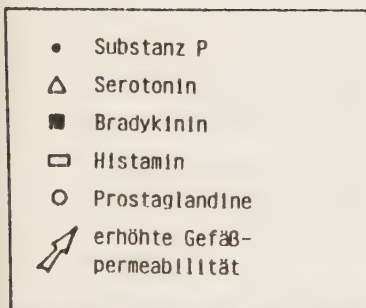


Abb. 11 a-c: Das trigemino-vaskuläre System.

a) Die Stimulation der Gefäßwand wird von einer lokalen Produktion und Synthese bzw. einer Einschwemmung von nocizeptiven Stoffen aus dem Blut begleitet (z. B. Serotonin, Histamin, Bradykinin und Prostaglandine).

b) Diese Substanzen führen durch Bindung an spezifische Rezeptoren der sensiblen Nervenfasern zu einer Herabsetzung der Depolarisationsschwelle bzw. zu einer Depolarisation dieser Fasern. Die Depolarisation wird orthodrom und antidrom fortgeleitet. Antidrom kommt es zu einer lokalen Ausschüttung von Neurotransmittern (z. B. SP) über neurovaskuläre Verbindungen. Die orthodromen Impulse erreichen den Hirnstamm und die höheren Zentren und vermitteln die Schmerzempfindung.

c) Die freigesetzte SP soll zu einer Erhöhung der Gefäßpermeabilität und zu einer Dilatation extrakranieller Hirngefäße führen. Es konnte gezeigt werden, daß SP Makrophagen zur Thromboxanbildung anregt, Lymphozyten aktiviert und in hohen Konzentrationen zu einer Mastzelldegranulation mit Histaminausschüttung führt. Dies kann zu einer lokalen Entzündung führen.

(aus: Moskowitz MA. The neurobiology of vascular head pain. Ann. Neurol. 1984, 16: 157-168)

SP ist ein vasoaktives Peptid und fungiert als Trans-

mittersubstanz an primär sensorischen Neuronen. Es erhöht die Gefäßpermeabilität und führt zu einer ausgeprägten Vasodilatation, vor allen Dingen der meningealen Gefäße (52).

Diese trigemino-vaskuläre Hypothese wird durch Untersuchungen beim Cluster-Kopfschmerz (CK) gestützt. So findet sich beim CK eine erhöhte Sensitivität der Gefäße gegenüber Histamin (33). Histologisch findet sich bei CK-Patienten perivaskulär, aber auch perineural, eine erhöhte Anzahl von Mastzellen. Letztere enthalten vasoaktive Substanzen, wie z. B. Histamin, Serotonin, 5-Hydroxitryptophan und Heparin. Beim CK wird eine Freisetzung dieser u. a. vasodilatatorisch wirkenden Substanzen durch einen axonalen Reflex diskutiert, der durch IgE-Aktivierung oder durch eine latente Virus Infektion (Herpes Zoster) getriggert wird. Die vasoaktiven Substanzen werden dabei nur in dem Ausbreitungsgebiet des jeweils betroffenen Astes des N. trigeminus freigesetzt, was die strikt unilateralen Symptome des CK (ipsilaterale Lakrimation, Rhinorrhoe, konjunktivale Injektion und Gesichtserthem) erklären soll (2).

IV.1.2.3 Halssympathicus und Gefäße

Die Gefäße im Kopf-Hals-Bereich besitzen eine reiche, sympathische Innervation aus dem Ganglion cervicale superius, die an den großen Arterien am ausgeprägtesten ist. Im Gegensatz zu diesen parenchymalen Arterien besitzen die Arterien an der Hirnoberfläche zusätzlich eine cholinerge Innervation. Diese cholinerge

Innervation spielt aber offensichtlich keine große Rolle für die Gefäßmotorik, da der Gefäßwiderstand überwiegend durch parenchymale Gefäßen bestimmt wird. (34).

Insgesamt scheint das sympathische Nervensystem für die cerebrale Vasomotorik nur von geringer Bedeutung zu sein, da die alpha-adrenergen Rezeptoren der Hirngefäße relativ unempfindlich gegenüber Noradrenalin sind (34).

So erfolgte nach sympathischer Denervierung (Resektion des Ganglion cervicale superius) keine Konstriktion der cerebralen Gefäße auf elektrische Stimuli. In-vivo Versuche an Katzen, Hunden und Affen durch direkte, elektrische Stimulation oder reflektorische Baro- und Chemorezeptorenreizung zeigten ebenfalls keinen wesentlichen Einfluß des sympathischen Nervensystems auf die cerebrale Durchblutung (CBF). Tierexperimentelle Untersuchungen von Bogduk et. al. (13) hinsichtlich der Bedeutung des zervikalen Sympathicus bzw. des N. vertebralis für die Durchblutung der Aa. vertebrales und der Carotiden konnten zeigen, daß nach Durchtrennung des Truncus sympathicus cervicalis keine signifikante Änderung des Blutflusses in den Vertebralarterien auftrat, während in der A. carotis eine Reduktion des CBF auf 30 % des Ausgangswertes und eine Erhöhung des Gefäßwiderstandes auf 365 % nachweisbar war. Bogduk geht deshalb davon aus, daß der Hals-sympathicus den Blutfluß in den Vertebralarterien nicht bzw. unwesentlich beeinflusst (13).

IV.1.2.4 Halssympathicus und Schmerzleitung

Davis und Pollock untersuchten tiereperimentell (Katzen) die Bedeutung des sympathischen Nervensystems für die Weiterleitung von Schmerzreizen (22). Dabei konnte gezeigt werden, daß der Halssympathicus für die Übermittlung von Schmerzimpulsen über die Spinalwurzeln keine Rolle spielt, da die Schmerzempfindung sowohl nach Resektion der ventralen als auch der dorsalen Spinalwurzeln unverändert blieb.

Davis und Pollock gehen deshalb ebenfalls davon aus, daß die Reizung des Ganglion cervicale superius, wenn überhaupt, nur indirekt, d. h. ohne direkte neurale Verschaltung, zu einer Stimulation der zervikalen und trigeminalen Schmerzfasern führt. Hypothetisch könnte hier eine Beteiligung des trigemino-vaskulären Systems diskutiert werden (22).

IV.1.2.5 Weitere Ursachen für eine Störung des Blutflusses durch die Aa. vertebrales

Als Ursachen einer Minderung des Blutflusses durch die Vertebralarterien gelten unter anderem:

- a) das Subclavian-Steal-Syndrom,
- b) hypoplastische Vertebralarterien und
- c) degenerative Veränderungen der HWS, insbesondere im Verlauf der Arterien durch die Foramina transversaria und im Bereich des Atlas (47).

Die Kompression der A. vertebralis bei maximaler Rotation des Kopfes zur Gegenseite und gleichzeitiger Reklination setzt im allgemeinen eine Vorschädigung

beider Arteriae vertebrales (Arteriosklerose, Mißbildungen, etc.) voraus, da sich zwischen der Arteria vertebralis (Durchmesser ca. 2,5 - 3,5 mm) und den Foramina transversaria (Durchmesser ca. 4,5 mm) ein schützender Venenplexus befindet. Die resultierende Ischämie soll in seltenen Fällen eine vertebrobasiläre transitorische ischämische Attacke (TIA), bzw. eine sogenannte "vertebrobasiläre Insuffizienz" verursachen können. Im Vordergrund stehen neben einer Hirnstammsymptomatik bilaterale KS im Nacken- und Hinterkopfbereich. Die KS sollen durch die direkte Irritation des betroffenen Gefäßes bzw. durch die Ischämie im Versorgungsgebiet des betroffenen Gefäßes, manchmal auch durch direkte Infarzierung des zentralen Trigeminoanteils hervorgerufen werden (50).

Selektive Angiographien der A. vertebralis mit den vor Jahrzehnten üblichen toxischen Kontrastmitteln wie z. B. Thorotrast waren Grundlage für eine neue Hypothese einseitiger KS. Hauge (67) angiographierte die Aa. vertebrales in der Kathetertechnik nach Radner. Bei insgesamt 90 Angiographien traten in 48 Fällen ausschließlich ipsilateral frontale, in den übrigen 42 Fällen ipsilateral frontale, peri- und supraorbitale KS auf. Zusätzlich zu den KS wurden von den Patienten "migräneartige" Symptome, wie Übelkeit und Erbrechen angegeben. Weitere Begleitsymptome bestanden in Lakrimation, Tinnitus und Sehstörungen (überwiegend in Form von Schleiersehen), die (im Gegensatz zur Migräne) immer nur ipsilateral auftraten. Solche monokulare Sehstörungen in Form von Schleiersehen werden auch von

CV-Patienten angegeben (67). Eine Photo- oder Sonophobie wurde nicht beschrieben.

Da sich die A. basilaris immer vollständig mit Kontrastmittel füllte (und die genannten unilateralen Symptome nicht von der A. basilaris herrühren können), wurden die Symptome auf eine Irritation der A. vertebralis zurückgeführt (67).

IV.2. Begleitsymptome des CV

IV.2.1. Lakrimation, Rhinorrhoe, konjunktivale

Injektion und Gesichtserythem

Eine ipsilaterale Lakrimation, eine konjunktivale Injektion und gelegentlich ein Gesichtserythem sind Begleitsymptome, wie sie unter anderem beim Cluster-KS und der CPH angetroffen werden (42, 69).

Wie bereits ausgeführt, gelangen die c-Fasern des N. trigeminus zum Tractus spinalis N. trigemini. Von dort bestehen fixierte Reflexbögen zur Tränendrüse, zur Nasenschleimhaut und zu den Kornealgefäßen (17, 25) (s. Abb. 12).

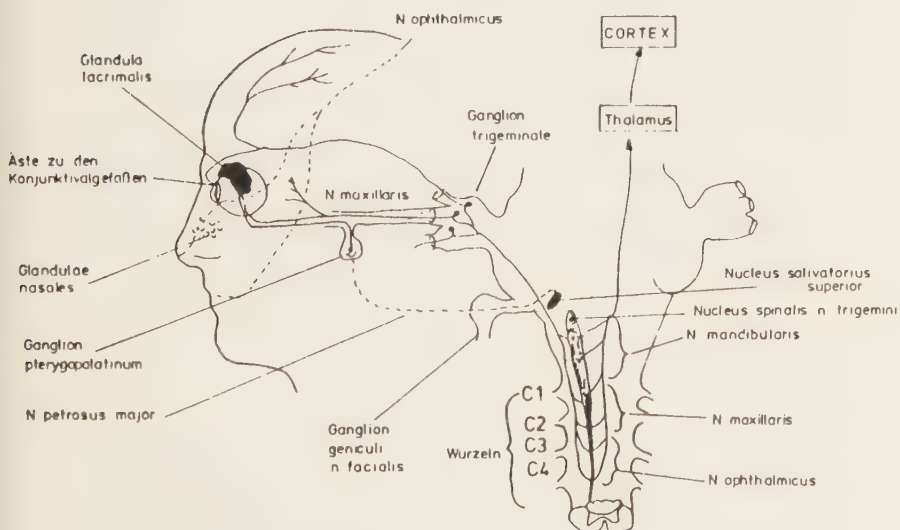


Abb. 12: Anatomische Grundlagen der Lakrimation, Rhinorrhoe, konjunktivale Injektion und des Gesichtserythems beim CV (mod. nach 25, 55).

Die parasympathischen efferenten Fasern zur Nasenschleimhaut und zur Tränendrüse entstammen dem Nucleus salivatorius superior. Präganglionäre Fasern gelangen mit dem N. intermedius zum Ganglion pterygopalatinum und werden dort auf die Erfolgsorgane umgeschaltet. Eine Vasodilatation im Stirnbereich und in den Kornealgefäßen wird über den N. ophtalmicus vermittelt. Wahrscheinlich führen die Schmerzimpulse zu einer Aktivierung des trigeminovaskulären Systems. Antidrome Impulse über die c-Fasern setzen vasodilatierende Neurotransmitter wie SP, Histamin und Bradykinin frei (52). Direkt vasodilatatorisch wirkende Fasern sind bisher noch nicht nachgewiesen worden (17, 52).

Einige Patienten geben während der Attacke eine Lidspaltendifferenz an. Es handelt sich dabei wahrscheinlich nicht um eine Ptosis, sondern um ein Lidödem. Eine echte Ptosis, wie beim CK und bei der CPH, ist beim CV nie gesehen worden. Ob die Ödembildung auf einer schmerzbedingten Vasodilatation, die über das trigemino-vaskuläre System ausgelöst wird, ist hypothetisch vorstellbar, aber bisher noch nicht bewiesen.

IV.2.2 Sehstörungen

Die Sehstörungen beim CV unterscheiden sich ganz wesentlich von denen der Migräne. Eine einseitige, monokulare Visusminderung bzw. ein Schleiersehen könnte auf eine Störung des Akkomodationsvorgangs hindeuten. Die Akkomodation wird nahezu ausschließlich parasympathisch über die Mm. ciliares gesteuert (17).

Nach HWS-Schleudertraumen wird häufig von den Patien-

ten über Kopfschmerzen und Akkomodationsstörungen geklagt. Hierbei wird diskutiert, ob der pathologische Einstrom von den dorsalen Zervikalwurzeln über die aufsteigenden spinotegmentalen und spinomesencephalen Bahnen die parasympathischen Impulse aus dem Edinger-Westphal-Kern beeinflusst (49) (s. Abb. 13).

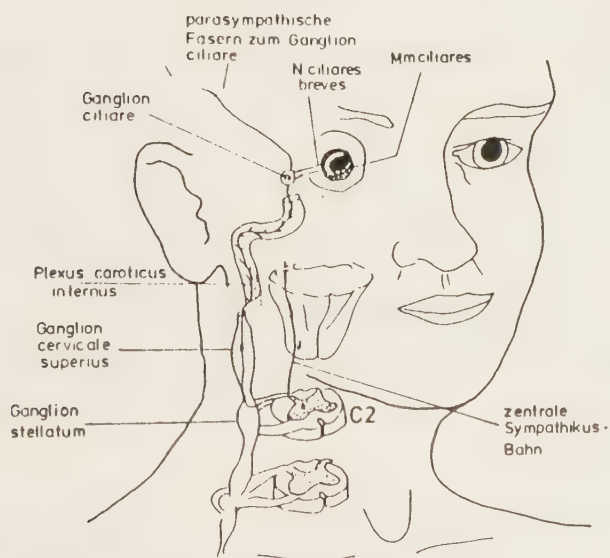


Abb. 13: Anatomische Grundlagen der Sehstörungen beim CV (mod. nach 25, 55)

Eine Stimulation des cervicalen Sympathicus führte tierexperimentell zu einer Relaxation der Mm. ciliares, wobei ursächlich eine Inhibition der Muskelfasern diskutiert wird (77). Hypothetisch ebenfalls denkbar ist bei CV-Patienten eine Fortleitung von Schmerzimpulsen aus den Zervikalwurzeln über die postganglionären sympathischen Fasern zu den Mm. ciliares mit daraus resultierenden Akkomodationsstörungen (s. Abb 13).

IV.2.3 Schwindel und Ataxie

Die dorsale Halsmuskulatur ist beteiligt am propriozeptiven System, daß über Stellreflexe Haltung und Gleichgewicht kontrolliert. Die Nackenmuskeln stehen mit den Vestibulariskernen über die Tracti spinovestibulares in Verbindung, über die Fasciculi longitudinales mediales mit den äußeren Augenmuskelnkernen (25). Ein übermäßiger einseitiger Impulseinstrom aus den Nackenmuskeln könnte über diese Systeme zu Gleichgewichtsstörungen führen, die als "Schwindel" empfunden werden (53).

Bei Versuchspersonen ließ sich ein Schwankschwindel und eine Ataxie auslösen, wenn durch Injektion von Lokalanästhetika in die Nackenmuskulatur die propriozeptiven Afferenzen aus den Halsmuskeln und Gelenken weitgehend ausgeschaltet wurden. Ein Nystagmus wurde bei den Versuchspersonen nicht berichtet (16, 39).

III.2.4 Schluckstörungen

Während schwerer Attacken eines CV leiden einige Patienten unter leichten Schluckstörungen und einem Kloßgefühl im Hals (69). Vergleichbare Symptome wurden von Lance und Anthony beim "Neck-Tongue-Syndrome" (44) berichtet. Die bisher bekannten 15 Fälle (9, 44) zeigten übereinstimmend einige oder alle der folgenden Symptome: einseitige okzipitale KS und/oder Nackenschmerzen mit einem Taubheitsgefühl der ipsilateralen Zungenhälfte. Die Patienten konnten die Symptome mechanisch durch plötzliche, starke Rotation im Kopf-Hals-Gelenk auslösen. Auffallend war eine familiäre Belastung mit diesem Syndrom (44).

Bogduk und Lance (9, 44) nehmen an, daß die Schmerzen durch eine Subluxation im lateralen Atlantoaxialgelenk verursacht werden. Die Schmerzimpulse werden über C2 und C3 vermittelt und bedingen so die KS. Die Hypästhesie einer Zungenhälfte setzt unmittelbar mit den KS bzw. den Nackenbeschwerden ein. Der betroffene N. lingualis (sensible Innervation der Zunge) ist mit den oberen Zervikalwurzeln indirekt über den N. hypoglossus verbunden, wobei der N. hypoglossus anatomische Verbindungen über Nervenschleifen mit dem N. lingualis und mit den Wurzeln C1 und C2 aufweist (9, 44).

Eine Verbindung zwischen C2, dem N. hypoglossus und dem N. vagus wurde von Sherrington bei anatomischen Untersuchungen am menschlichen Fetus beschrieben (64). Die Schluckbeschwerden könnten also außerdem

durch Verbindungen des Plexus pharyngeus mit den Zervikalwurzeln erklärt werden (s. Abb. 14).

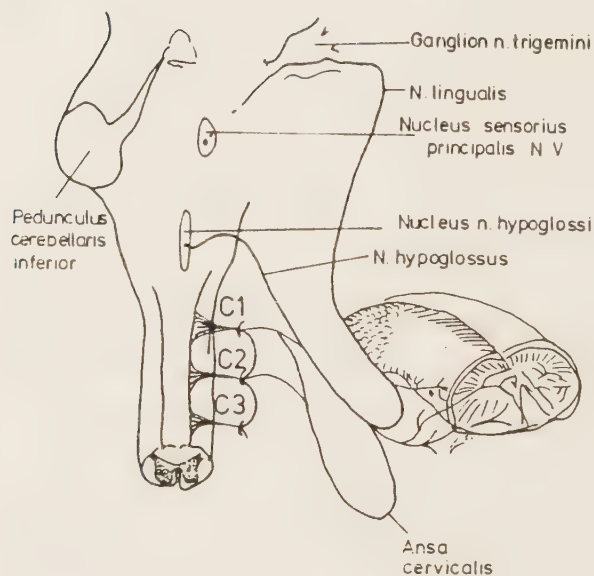


Abb. 14: Schluckbeschwerden beim CV (mod. nach 25)

V. MATERIAL UND METHODIK

V.1 Patientengut

Die Befragung der Patienten mittels eines standardisierten Fragebogens und die klinische Untersuchung wurde in der Neurologischen Poliklinik des Klinikums Großhadern in der Zeit vom Oktober 1983 bis Februar 1984 vorgenommen.

Untersucht wurden 15 Patienten (8 Frauen, 7 Männer) im Alter von 30 bis 64 Jahren. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Untersuchung betrug 47,4 Jahre ($\bar{x}$ = 47 J.). Die Diagnose des CV wurde entsprechend den Kriterien von Sjaastad (69) gestellt.

Bei allen Patienten wurde eine vollständige Anamnese erhoben, eine eingehende körperliche Untersuchung durchgeführt und Routine-Laborparameter untersucht.

Die Kontrollgruppe bestand aus 18 Probanden (11 Frauen, 7 Männer) im Alter von 30 bis 80 Jahren ($\bar{x}$ = 44,8 J., $\bar{x}$ = 44,5 J.) ohne KS.

V.1.1 Patientengruppe

Kasuistiken:

Fall 1

Patientin E. W., w., 57 J. Unauffällige Vorgeschichte, keine familiäre KS-Belastung. Im Alter von 28 J. traten KS-Attacken mit Seitenwechsel auf, begleitet von Flimmersehen, Übelkeit, Erbrechen, Photo- und Sonophobie.

Seit dem 53. Lebensjahr zunehmend stets rechtsseitige, von okzipital nach frontal ausstrahlende, dumpfe KS,

auf die sich bis zu 24 h dauernde Attacken von gelegentlich pulsierenden Charakter aufsetzen. Die Attacken werden begleitet von einer ipsilateralen Lakrimation und gelegentlich auch einer konjunktivalen Injektion. Zwischen den Attacken besteht ein Nackenknirschen (Crepitationen) und eine Bewegungseinschränkung der Kopf-Hals-Gelenke. Die KS-Attacken können mechanisch durch Druck auf Triggerpunkte (oberer Anteil des M. trapezius) und durch schnelle Kopfbewegungen (Rotation oder Seitneigung nach links) ausgelöst werden.

Im Röntgenbefund findet sich eine Bewegungseinschränkung der gesamten HWS mit Knickbildung zwischen den HWK 5 und 6.

Nach einer diagnostischen C2-Blockade war die Patientin für 6 Stunden schmerzfrei.

Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts, gewöhnliche Migräne.

Fall 2

Patientin J. S., w., 44 J. Anamnestisch wurde eine Commotio cerebri nach Schädel-Hirn-Trauma (SHT) im Alter von 18 J. berichtet, die übrige Vorgeschichte ist unauffällig.

Seit dem SHT leidet die Patientin unter einem chronischem KS, der sie auch regelmäßig morgens weckt. Der KS ist stets rechtsseitig, von okzipital nach frontal ausstrahlend und von fluktuierendem Charakter. Auf der Schmerzseite treten manchmal eine Lidschwellung, eine konjunktivale Injektion und Tinnitus auf, außerdem auch Sprechstörungen und ein Schwankschwindel.

Eine mechanische Auslösung ist möglich durch Rotation des Kopfes nach rechts und durch Ventroflexion, sowie durch Druck auf die Triggerpunkte über C2, C4 und C5, über dem N. occipitalis major und punktuell über dem M. trapezius auf der Schmerzseite. Die Patientin bevorzugt eine Einschlafposition auf der rechten Seite. Im Röntgenbefund zeigt sich eine weitgehende Blockade zwischen Kondylen und Atlas mit reaktiver Überbeweglichkeit im Atlantoaxialgelenk. Traumatische oder degenerative Gelenkveränderungen fanden sich nicht. Mehrfache C2-Blockaden beeinflussten den KS nur gering. Neben dem CV leidet die Patientin an einer gewöhnlichen Migräne, die mit einer Frequenz von 2-3/Monat auftritt und von Übelkeit, Erbrechen, Flimmersehen und Photo- und Sonophobie begleitet ist. Außerdem besteht ein massiver Analgetikaabusus. Diagnose: Cervicogener KS rechts und gewöhnliche Migräne, Analgetikaabusus.

Fall 3

Patient F. S., m., 36 J. Vorgeschichte unauffällig bis auf eine Commotio cerebri mit 16 J. Die Mutter leide an einer Migräne. Seit dem 14. Lebensjahr klagt der Patient über 4-5 mal im Monat auftretende KS-Attacken, die meist morgens beginnen und die den ganzen Tag dauern. Der KS ist immer linksseitig, konstant von okzipital nach frontal ausstrahlend und hat fluktuierenden Charakter. Er kann durch Druck auf C2 und durch Ventroflexion verstärkt werden, Dorsoflexion erleichtert den KS. Mit den KS können ipsilateral Parästhesien im Wangenbereich

auftreten, Schwindelgefühl, Photo- und Sonophobie.

Im Röntgenbefund zeigt sich eine weitgehende Atlasblockade mit daraus resultierender Bewegungseinschränkung der gesamten HWS. Der Patient lehnte C2-Blockaden ab.

Diagnose: Cervicogener KS links.

Fall 4

Patient J. M., m., 47 J. Unauffällige Vorgeschichte, die Mutter leide an einer gewöhnlichen Migräne.

Seit dem 32. Lebensjahr besteht ein inzwischen täglicher, morgens einsetzender rechtsseitiger KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt und von fluktuierendem Charakter ist. Der KS kann verstärkt werden durch Druck auf die Triggerpunkte C2, über dem N. occipitalis major, sowie durch Ventroflexion des Kopfes. Der Schmerz wird erleichtert durch eine Dorsoflexion des Kopfes und durch Einnehmen einer Einschlafposition auf dem Rücken oder auf der linken Seite. Zusammen mit den KS treten Schmerzen und Parästhesien im Schulter-Arm-Bereich ohne radikulären Charakter auf.

Der Röntgenbefund war unauffällig.

Es wurden insgesamt acht therapeutische C2-Blockaden durchgeführt. Nach jeder Blockade war der Patient ca. 7-9 Tage schmerzfrei. Eine Medikation mit Piroxicam (20 mg pd.) erbrachte Schmerzfreiheit.

Diagnose: Cervicogener KS rechts.

Fall 5

Patientin U. K., w., 44 J. Unauffällige Vorgeschichte, der Vater leide an einer gewöhnlichen Migräne.

Seit dem 13. Lebensjahr besteht eine gewöhnliche Migräne, die mit einer Frequenz von ca. zweimal im Monat auftritt. Der Schmerz ist bevorzugt links okzipital und wird von Übelkeit, Erbrechen, Gesichtsblassheit, Schwindel und beidseitiger Lidschwellung begleitet.

Seit dem 17. Lebensjahr leidet die Patientin an einem linksseitigem Dauer-KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt und die Patientin häufig morgens aufweckt. Es bestehen keine Begleitsymptome. Der KS kann mechanisch durch Druck auf die Triggerpunkte C2 bis C6 und über dem N. occipitalis major, sowie durch Ventroflexion und durch Neigung des Kopfes nach links verstärkt werden. Retroflexion und Rotation des Kopfes nach rechts erleichtern den KS. Die Patientin gibt an, bei Kopfbewegungen ein Nackenknirschen zu spüren.

Im Röntgenbefund zeigt sich eine Blockade zwischen Atlas und Kondylen mit resultierender Überbeweglichkeit des Atlantoaxialgelenks, eine Arthrose des linken Kondylengelenks und eine Knickbildung der HWS zwischen den HWK 4 und 5.

Eine diagnostische C2-Blockade brachte Schmerzfreiheit für ca. 3-4 Stunden. Bei der Patientin besteht ein massiver Ergotaminabusus.

Diagnose: Cervicogener KS links, gewöhnliche Migräne, Ergotaminabusus.

Fall 6

Patientin E. K., w., 47 J. Anamnestisch besteht ein

SHT mit Schädelfraktur rechts frontal im Alter von 40 J., es besteht keine familiäre KS-Belastung.

Seit dem 43. Lebensjahr besteht ein rechtsseitiger, dumpfer Dauer-KS, von fluktuierendem Charakter, auf den sich fast täglich halb- bis dreistündige Attacken aufsetzen. Die KS sind von okzipital nach frontal ausstrahlend und werden auf der Schmerzseite begleitet von einer Lidschwellung und einem Schleiersehen, außerdem können Kloßgefühl, Sprechstörungen, Tinnitus, Photo- und Sonophobie auftreten, bei schweren Attacken auch Übelkeit und Erbrechen. Im rechten Arm können mit den KS auch Parästhesien und ein Schwächegefühl auftreten.

Die KS können mechanisch durch Ventroflexion, Rotation nach links und Seitneigung nach links verstärkt werden, außerdem durch Druck auf die Triggerpunkte über C2 bis C5 und über dem N. occipitalis major. Dorsoflexion und eine Einschlafposition auf der rechten Seite erleichtern den KS.

Im Röntgenbefund findet sich eine diskrete Bewegungseinschränkung der gesamten HWS.

Eine diagnostische C2-Blockade erbrachte Schmerzfreiheit für sechs Wochen.

Diagnose: Cervicogener CV rechts.

Fall 7

Patientin M. S., w., 61 J. Unauffällige Vorgeschichte. Mit 52 Jahren zunehmender, inzwischen täglicher, linksseitiger Dauer-KS von fluktuierendem Charakter, auf den sich nicht selten Attacken aufsetzen. Begleit-

symptome werden nicht angegeben. Die KS können durch Dorsoflexion, Rotation nach rechts und Seitneigung nach rechts verstärkt werden. Bei Rotation nach rechts strahlen die Schmerzen auch in den rechten Arm aus. Triggerpunkte liegen über dem N. occipitalis major und über C4 und C5. Die Patientin nimmt eine Einschlafposition auf der rechten Seite ein.

Der Röntgenbefund zeigt eine inkomplette Atlasassimilation rechts und eine Bewegungseinschränkung der gesamten HWS.

Eine diagnostische C2-Blockade führte zu einer deutlichen Schmerzreduktion für einige Stunden.

Diagnose: Cervicogener KS links.

Fall 8

Patient F. H., m., 64 J. Mit 10 J. Commotio cerebri nach Sturz. Bei dem Patienten sind ein Hypertonus und ein Diabetes mellitus bekannt. Die Mutter leide an Migräne.

Mit 25 J. anfangs gelegentlich, inzwischen aber ständiger, rechtsseitiger KS, auf den sich nicht selten morgens Attacken aufsetzen, die bis zu vier Tage dauern können. Die KS strahlen von temporal nach frontal aus, teilweise auch nach okzipital.

Eine Begleitsymptomatik wird verneint. Druck auf die Triggerpunkte über dem N. occipitalis major führt zu Schmerzverstärkung, ebenso Liegen auf der rechten Seite, es wird eine Einschlafposition auf dem Rücken bevorzugt.

Im Röntgenbefund findet sich eine Arthrose der lateralen Wirbelgelenke, eine Spondylarthrose insbesondere

der unteren HWS und eine erhebliche Bewegungseinschränkung der gesamten HWS. In Höhe C5 - C7 besteht eine Uncarthrose mit Einengung der Foramina intervertebralia.

Es wurden drei C2-Blockaden durchgeführt, die jeweils zu einer Schmerzfreiheit über zwei bis drei Wochen führten. Stimulation mit einem TENS-Gerät rechts paracervical führt ebenfalls zu einer deutlichen Schmerzreduktion.

Diagnose: Cervicogener KS rechts.

Fall 9

Patient M. S., m., 47 J. Unauffällige Vorgeschichte, eine Schwester leide an einer gewöhnlichen Migräne. Seit dem 40. Lebensjahr ist bei dem Patienten eine gewöhnliche Migräne mit seltenen hemiplegischen Migräneattacken bekannt.

Seit dem 37. Lebensjahr besteht ein inzwischen ständig vorhandener, dumpfer, linksseitiger KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt. Der KS ist von fluktuierendem Charakter und wird auf der Schmerzseite teilweise von Lakrimation und konjunktivaler Injektion begleitet, bei starken Schmerzen auch von Übelkeit. Dieser Dauer-KS läßt sich durch Druck auf die Triggerpunkte über C2, C3 und über dem N. occipitalis major verstärken, außerdem durch Ventroflexion und durch Rotation des Kopfes.

Im Röntgenbefund zeigt sich ein Bogenschlußanomalie des Atlas, eine Arthrose des linken Kondylengelenks und eine Steilhaltung der HWS.

Es wurden sieben therapeutische C2-Blockaden durchgeführt, die Schmerzfreiheit betrug jeweils ca. ein bis zwei Tage.

Diagnose Cervicogener KS rechts, gewöhnliche Migräne.

Fall 10

Patientin R. Z., w., 35 J. Unauffällige Vorgeschichte, keine familiäre KS-Belastung.

Seit dem 18. Lebensjahr besteht eine gewöhnliche Migräne mit einer Frequenz von ca. 3-4/Jahr, die von Übelkeit, Erbrechen, Blässe, Flimmersehen, Photo- und Sonophobie, Schwindel und Tinnitus begleitet wird.

Seit einer Strumaresektion im Alter von 32 J. besteht ein zunächst seltener, inzwischen täglich auftretender, linksseitige KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt. Er wird auf der Schmerzseite von Lakrimation und Lidschwellung begleitet. Triggerpunkte befinden sich über dem N. occipitalis major und über C2 bis C5, eine Schonhaltung wird verneint.

Im Röntgenbefund der HWS zeigt sich eine weitgehende Blockade der Kopf-Hals-Gelenke, Verkalkungen in der Membrana atlantooccipitalis, unregelmäßige Kondylengelenksflächen und eine Uncovertebralarthrose.

Nach fünf therapeutischen C2-Blockaden blieb die Patientin bisher (Beobachtungszeitraum: 17 Monate) beschwerdefrei.

Diagnose: Cervicogener KS links, gewöhnliche Migräne.

Fall 11

Patient E. B., m., 52 J. Anamnestisch ist ein SHT mit 18 J. bekannt, eine familiäre KS-Belastung wird ver-

neint. Mit 42 erkrankte der Patient an einer Meningoenzephalitis mit nachfolgender Wesensänderung und einer sensibel-motorischen Halbseitensymptomatik rechts.

Ebenfalls seit dem 42. Lebensjahr besteht ein inzwischen täglicher, linksseitiger, dumpfer KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt und auf den sich nicht selten morgens Minuten bis Stunden dauernde Attacken aufsetzen. Der KS wird auf der ipsilateralen Seite begleitet von einer Lakrimation, einer Lid-schwellung, einer konjunktivalen Injektion und Schleiersehen, außerdem von Tinnitus, Schwindel und, bei schweren Attacken, von Übelkeit und Lichtscheu. Es finden sich Triggerpunkte über C2 und C3 und über dem N. occipitalis major, die Ventroflexion erleichtert den Schmerz, der Patient gibt eine Schlafposition auf dem Rücken oder auf der linken Seite an.

Der Röntgenbefund zeigt keine pathologischen Veränderungen.

Zwei diagnostische C2-Blockaden erbrachten Schmerzfreiheit über 10 Stunden bzw. zwei Tage.

Diagnose: Cervicogener KS links.

Fall 12

Patient B. H., m., 43 J. In der Vorgeschichte besteht ein SHT mit Contusio cerebri. Seit dem SHT besteht auch der linksseitige Dauer-KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt und auf den sich, insbesondere bei Rotation des Kopfes, Schmerzattacken aufpfropfen. Die KS sind begleitet von einer konjunktivalen Injektion

auf der Schmerzseite. Triggerpunkte befinden sich über C2, C4 und C5 und über dem M. trapezius, der Patient nimmt eine bestimmte Einschlafposition ein.

Die Röntgenaufnahmen zeigen eine Blockierung der Kopf-Hals-Gelenke bei Schiefstand des Dens axis, eine Verkalkung der Membrana atlantooccipitalis ventralis und eine Subluxation des HWK 6 mit Spondylose und Osteochondrose der HWK 7 und BWK 1.

Eine diagnostische C2-Blockade führte zu einer Schmerzf়reiheit von vier Wochen.

Diagnose: Cervicogener KS links.

Fall 13

Patient O. H., m., 51 J. Unauffällige Vorgeschichte. Seit dem 43. Lebensjahr besteht ein inzwischen táglicher, stets linksseitiger KS von fluktuierendem Charakter, der von okzipital nach frontal ausstrahlt, und auf den sich kurzzeitige (ca. 10 Minuten) Attacken aufpfropfen. Die Attacken können durch Rotation des Kopfes und durch Dorsoflexion provoziert werden, ein Triggerpunkt befindet sich über C2. Eine Begleitsymptomatik wird verneint.

Im Röntgenbefund zeigt sich eine Blockade zwischen Atlas und Kondylen mit resultierender Bewegungseinschränkung der Kopf-Hals-Gelenke, eine Asymmetrie der Kondylenflächen mit gleichzeitiger Arthrose, sowie eine Verkalkung der Membrana atlantooccipitalis ventralis. Die Gesamtbeweglichkeit der HWS ist eingeschränkt.

Eine diagnostische C2-Blockade erbrachte Schmerzf়reiheit über zwei Tage.

Diagnose: Cervicogener KS links.

Fall 14

Patientin S. F., w., 30 J. Unauffällige Vorgeschichte. Seit einem Jahr besteht ein Spannungs-KS, der unter Antidepressiva (Amitryptilin) deutlich gebessert werden konnte.

Seit neun Monaten treten stets linksseitig kurzzeitige Attacken auf, die von okzipital nach orbital ausstrahlen und zwischen 10 Minuten bis maximal vier Stunden dauern. Die KS werden von einer ipsilateralen Brachialgie begleitet, bei schweren Attacken wird auch Übelkeit und Schwindel angegeben. Die KS können durch Druck auf einen Triggerpunkt über dem N. occipitalis major verstärkt werden, die Patientin nimmt nachts eine Einschlafposition auf der linken Seite ein. Im Röntgenbefund stellt sich eine weitgehende Blockierung der Kopf-Hals-Gelenke mit relativem Hochstand des Dens axis dar.

Eine diagnostische C2-Blockade brachte Schmerzfreiheit über eine Woche.

Diagnose: Cervicogener KS links.

Fall 15

Patientin I. G., w., 53 J. Unauffällige Vorgeschichte, die Tochter leide an einer gewöhnlichen Migräne. Seit dem 13. Lebensjahr besteht eine gewöhnliche Migräne mit einer Frequenz von 2-3/Monat, die von Übelkeit, Erbrechen, Flimmersehen und Schwindel begleitet wird. Seit dem 52. Lebensjahr besteht ein inzwischen täg-

licher, rechtsseitiger KS, der von okzipital nach frontal ausstrahlt, und auf den sich bis zu 24 Stunden dauernde Attacken aufsetzen. Die KS-Attacken sind nicht selten von ipsilateraler Lakrimation, Rhinorrhoe und einer Lidschwellung begleitet, bei schweren Attacken auch von Übelkeit, Schwindel, Photo- und Sonophobie.

Triggerpunkte befinden sich über C2, C4 und C5 und über dem N. occipitalis major. Dorsoflexion, Seitneigung nach links und Rotation nach links verstärkt die KS, Seitneigung nach rechts und Schlafposition auf der rechten Seite erleichtern die KS. Bei Rotation nach links kann der Schmerz in den rechten Arm ausstrahlen.

Im Röntgenbefund ergab sich eine Blockade zwischen Atlas und Kondylen, eine Arthrose des vorderen Atlantoaxialgelenkes, eine Verkalkung der Membrana atlantooccipitalis ventralis und eine Spondylose der HWK 5/6 mit Höhenminderung des Zwischenwirbelraums. Eine C2-Blockade wurde von der Patientin abgelehnt.

Diagnose: Cervicogener KS rechts.

V.2 Methodik

V.2.1 Anfertigung der Röntgenaufnahmen

Die Anfertigung der Röntgenaufnahmen erfolgte mit dem Philips "Neuro Diagnost" in der Neuroradiologischen Abteilung der Nervenlinik der Universität München.

Es wurden von jedem Patienten Übersichtsaufnahmen des Schädels im seitlichen und im a.p.-Strahlengang, Funktionsaufnahmen der HWS in maximaler Ventro- und Dorsoflexion (Median-Tomogramme) und a.p.-Tomogramme der Kopf-Hals-Gelenke angefertigt.

Für die computergestützte Auswertung werden Mediantomogramme der HWS verwendet, die eine relativ große Schichtdicke besitzen. Die Aufnahme wird jeweils auf den Kieferwinkel zentriert. Für die korrekte Auswertung ist erforderlich, daß die Sella turcica, der harte Gaumen und der 7. Halswirbel dargestellt sind. Belichtung: 60 kV, 25 mAs, 4 sec. (s. Abb. 15 a, b).

Ventroflexionsaufnahmen:

Für die Röntgenaufnahme nimmt der Patient eine sitzende Position ein. Zunächst wird das Kinn auf die Brust gezogen, ohne daß die HWS gebeugt wird (sogenannte Nickbewegung im Atlantookzipitalgelenk), anschließend wird die HWS vom Patienten aktiv maximal anteflektiert (Beugebewegung der HWS, s. Abb. 15 a).

Dorsoflexionsaufnahmen:

Der Patient sitzt für diese Untersuchung ebenfalls. Der Kopf wird nach dorsal gekippt, dann wird die gesamte HWS vom Patienten ebenfalls aktiv maximal dorsoflektiert (s. Abb. 15 b).



Abb. 15 a, b: HWS-Funktionsaufnahmen in Ventro- und Dorsoflexion

V.2.2. Computergestützte Auswertung der HWS-Funktionsaufnahmen

Die Auswertung erfolgte im MEDIS-Institut der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF) in Neuherberg. Benutzt wurde ein graphischer Arbeitsplatz Tektronix 4014 mit angeschlossenem transparenten graphischen Digitalisiertablett, der mit einem Prozeßrechner VAX 11/780 verbunden ist.

Das Verfahren ist halbautomatisch, da die zu untersuchenden Strukturen der Röntgenaufnahmen von Hand auf das Digitalisiertablett übertragen werden müssen. Eine vollautomatische Auswertung (sog. Graubild-Abtastung) ist wegen der geringen Kontrastunterschiede der Konturen auf dem Röntgenbild zur Zeit noch nicht möglich. Die Aufnahmen werden auf dem Digitalisiertablett so fixiert, daß die für die Auswertung erforderlichen Strukturen gut erkennbar sind und innerhalb des Eingabefeldes liegen. Mit einem elektromagnetischen Abtaststift werden die einander entsprechenden Konturen der Ventro- und Dorsoflexionsaufnahmen paarweise nachgefahren. Die Abtastgenauigkeit des verwendeten Tablettts beträgt ca. 0,12 mm. Die praktisch erreichbare Genauigkeit hängt ab von der Qualität der Röntgenaufnahmen und der manuellen Eingabe. Eine visuelle Kontrolle der jeweils eingegebenen Punkte bzw. Kurvenzüge ist simultan auf einem Monitor möglich, eine Korrektur ist damit jederzeit durchführbar.

Im Rechner werden die jeweils entsprechenden Konturen der Ventro- und Dorsoflexionsaufnahmen zur Deckung gebracht und der Drehwinkel und die Drehachse in

jedem Wirbelkörper zum darüberliegenden Wirbelkörper bestimmt.

Die Drehwinkel und Achsenschnittpunkte der Kopf-Hals-Gelenke werden in Bezug auf C2 vermessen, d. h. es wird der Winkel C0/C2 und der Winkel C1/C2 berechnet. Dieses Verfahren entspricht dem vermuteten realen Bewegungsablauf, da zwischen Clivus (C0) und dem Dens axis (C2) starke Bandverbindungen bestehen, die die Lage der Drehachse bestimmen (31).

Im Computerausdruck (plot) (s. Abb. 16) werden graphisch wiedergegeben:

- die eingegebenen Konturen der Wirbel und
- die errechneten Drehachsen der Wirbelgelenke in Bezug zum Wirbelkörper,
- die Beweglichkeit der Wirbelsegmente,
- die Gesamtbeweglichkeit der HWS,
- die Spaltweite und der Winkel des vorderen Atlanto-axialgelenks und
- der Abstand vom Clivus zum Dens axis.

Die Angabe der sog. Restfehler (residual errors) gibt die Eingabegenauigkeit wieder.

Nachdem die eingegebenen Daten gespeichert sind, bringt der Computer die sich entsprechenden Konturenpaare miteinander zur Deckung. Hinsichtlich der mathematischen Grundlagen für diese Technik sei auf die Publikationen von Herrmann und Mayer (35, 48) verwiesen.

Durch die spezielle Röntgenaufnahmetechnik und das verwendete halbautomatische Abtastverfahren sind die zu vergleichenden Konturen nie völlig, sondern nur

annähernd identisch (kongruent). Die Fläche, die zwischen den übereinanderliegenden Konturenpaaren verbleibt, soll, um den Restfehler so minimal wie möglich zu halten, möglichst gering sein.

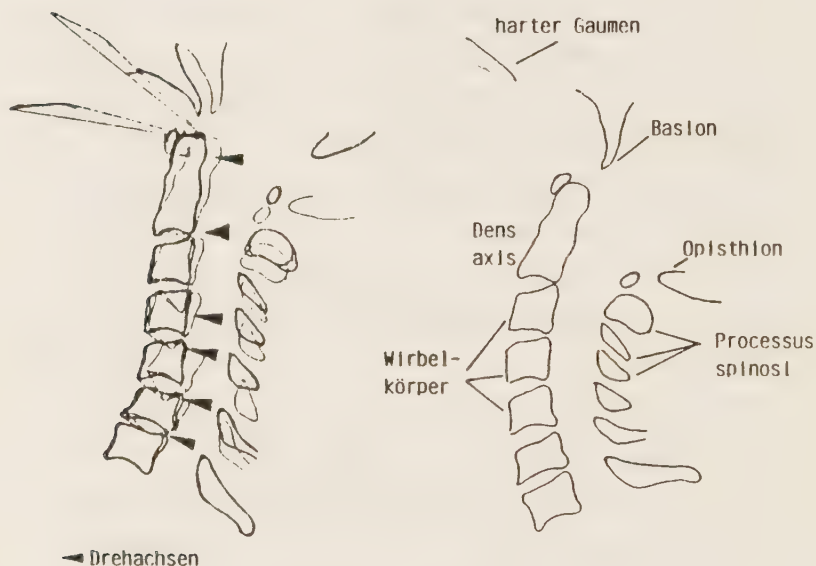


Abb. 16: Graphische Darstellung (Computerplot) der HWS-Funktionsaufnahmen

Gelenkwinkel:

Zunächst werden die Konturenpaare als Zwischenschritte im Computerprogramm (s. Abb. 17) des siebten Halswirbels zur Deckung gebracht. Dazu werden durch eine Parallelverschiebung die Schwerpunkte der beiden Polygone übereinandergelegt. Um diesen gemeinsamen Schwerpunkt erfolgt anschließend eine Drehung, bis

eine maximale Flächendeckung erreicht ist. Als nächster Schritt wird das Konturenpaar des sechsten Halswirbels zur Deckung gebracht, wobei der siebte Halswirbel als Basis für die Berechnung der Drehachse dient. White und Panjabi (76) bezeichnen diese Achse als "instantaneous axis of rotation". Der Drehwinkel entspricht der Beweglichkeit des jeweiligen Gelenks. Auf diese Weise wird von kaudal nach kranial die gesamte HWS vermessen.

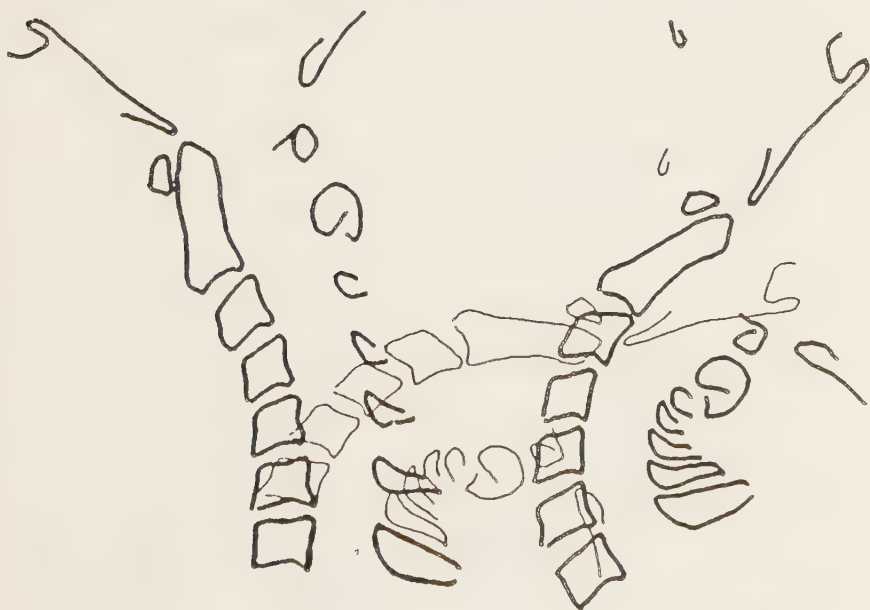


Abb. 17: Ausdruck eines Zwischenschritts im Programm

Drehachsen:

Das verwendete Programm erlaubt es, zusätzlich zu den Winkelsummen auch die errechneten Achsschnittpunkte

auszudrucken. Die bisher verwendeten, graphischen Verfahren zur Drehachsenbestimmung (31, 57) sind für eine Routineauswertung zu umständlich und zu zeitaufwendig. Valide Aussagen über Lagevariationen und/oder pathologische Lageänderungen der Drehachsen gibt es daher noch nicht.

Unsere Beurteilung richtet sich nach den HWS-Schemata von Penning (31, 57) und Gutmann (31). Demnach befindet sich die Drehachse innerhalb der Konturen des jeweils kaudalen Wirbelkörpers. Die Bewegung entspricht einem Gleiten des kranialen Wirbels über den kaudalen Wirbel auf einem gedachten Kreis um die Drehachse. Durch diesen Bewegungsablauf wird eine Überdehnung des Bandapparates, insbesondere der Kapseln der lateralen Gelenke vermieden (Gaizler, zit. nach 31).

Prinzipiell lassen sich mit dieser Technik auch andere Bewegungsabläufe, die in einer Ebene ablaufen, untersuchen, z. B. die Lateralflexion der HWS. Allerdings sind Mitbewegungen der HWS beim Positionieren des Patienten für die Aufnahmen praktisch nicht zu vermeiden, so daß dadurch eine exakte Messung noch nicht möglich ist (s. Abb. 18).



Abb. 18: Computerausdruck (plot) der HWS-Funktions-
aufnahmen in Lateralflexion

V.2.3 C2-Blockade

Die Durchführung der Blockade der Spinalwurzel C2 erfolgte in der Schmerzambulanz der Abteilung für Anästhesie des Klinikums Großhadern der Universität München. Die Blockade wurde als paracervicaler Block in der von Moore (51) beschriebenen Technik sowohl aus diagnostischen, als auch aus therapeutischen Gründen durchgeführt (s. Abb. 19 und 20).

Dabei wird auf einer gedachten Linie zwischen der Spitze des Processus mastoideus und dem Tuberculum anterius des Processus transversus C6 in Höhe des Processus transversus C2 die Injektionsnadel in leicht

kaudaler Richtung eingeführt.

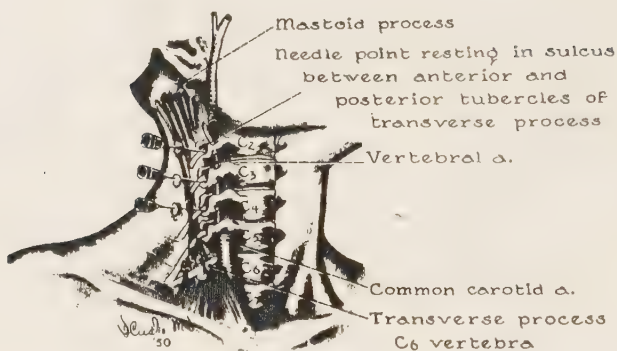


Abb. 19: Korrekte Position der Kanülen für den tiefen zervikalen Block. Die Kanülen befinden sich in den Sulci zwischen dem Tuberculum anterius und dem Tuberculum posterius des Processus transversus. (Aus: Moore DC, Regional Blocks 4th edn, CC Thomas Publ. Co. 1965, S. 116)

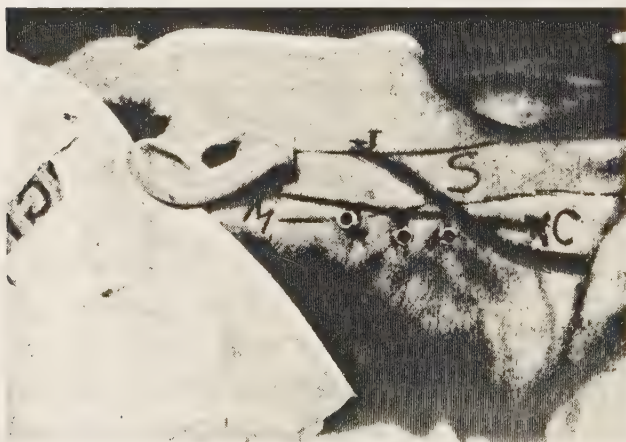


Abb. 20: Seitansicht der Blockade. Unmittelbar vor der Injektion liegen die Kanülen auf den Processus transversi. Der Kanülenschaft steht senkrecht über der Haut. M = Processus mastoideus, J = V. jugularis externa, S = M. sternocleidomastoideus, C = Tuberculum von Chassaignac (Tuberculum des Processus transversus C6). (Aus: Moore DC, Regional Blocks 4th edn, CC Thomas Publ. Co. 1965, S. 117)

Sobald bei einer Eindringtiefe der Nadel von ca. 3-5 cm vom Patienten im Ausbreitungsgebiet des N. occipitalis major Parästhesien verspürt werden, wird die Nadel fixiert und nach Aspirationskontrolle 5 ml Bupivacain 0,5 % (Carbostesin[®]) injiziert. Die Blockade gilt als gelungen, wenn unmittelbar nach der Injektion im Dermatome C2 eine Hyp- oder Analgesie besteht.

VI. ERGEBNISSE

VI.1 Klinische Daten

Eine Übersicht über Alter- und Geschlechtsverteilung der Patienten- und die Kontrollgruppe gibt Tab. 2.

Tab. 2: Alter und Geschlechtsverteilung der Patienten- und Kontrollgruppe

	CV-Gruppe	Kontrollgruppe
Geschlecht	8 w. > 15	11 w. > 18
	7 m.	7 m.
Alter in Jahren	$\bar{x} = 47,4$ (30-64)	$\bar{x} = 44,6$ (30-80)
	$\tilde{x} = 47$	$\tilde{x} = 44,5$

Wesentliche Unterschiede hinsichtlich Alter und Geschlechtsverteilung zwischen den beiden Gruppen bestanden nicht.

Das Durchschnittsalter bei KS-Beginn betrug 34,8 Jahre (14 - 53; $\tilde{x} = 34$). 14 der 15 Patienten hatten täglich KS; davon beklagten 11 Patienten einen ständig vorhandenen Dauer-KS. Sechs der 11 Patienten mit einem basalen KS hatten zusätzlich noch Attacken. Vier Patienten litten unter täglichen Attacken. Ein Patient litt unter unregelmäßigen Attacken.

Die Schmerzqualität wurde überwiegend als dumpf oder drückend angegeben, drei Patienten gaben ein Pulsieren des Schmerzes an.

Ein SHT war anamnestisch in sieben Fällen zu erfragen, eine familiäre KS-Belastung bestand in sieben Fällen. Bei sechs der 15 Patienten bestand neben dem CV eine gewöhnliche Migräne, bei einem Patienten neben der gewöhnlichen Migräne seltene hemiplegische Migräne-

attacken. In zwei Fällen trat der Migräne-KS überwiegend auf der Seite des CV auf. Zwei der Migräniker litten neben dem CV auch noch unter einem KS, der am ehesten als Spannungs-KS zu bezeichnen war. Bei vier Patienten lag ein Analgetikaabusus vor.

Eine Seitenbevorzugung des CV war nicht feststellbar (sieben rechts, acht links). Der KS begann, mit einer Ausnahme, regelmäßig im Okzipitalbereich und strahlte dann nach frontal (neun Fälle), orbital (drei Fälle) und in einem Fall nach temporal aus (s. Tab. 3).

Tab. 3: Charakteristika der 15 CV-Patienten

Patient Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ
fam. KS-Bel.	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	7
Migräne	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	6
Spannungs-KS	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
SHT in der Vorgeschichte	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	7
CV: KS-Seite	re	re	li	re	li	re	li	re	re	li	li	li	li	li	re	
CV: konstant KS	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	11
CV: Attacken	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	10
C2-Block. pos.	+	-	*)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	*)	11
Analgetikamißbr.	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	4

*) C2-Blockade von zwei Patienten abgelehnt nach Aufklärung über die Risiken.

Die Begleitsymptome traten ausnahmslos homolateral zum Schmerz auf (s. Tab. 4). Am häufigsten wurden Lakrimation (fünf Fälle), konjunktivale Injektion (fünf Fälle) und eine Lidschwellung (fünf Fälle) angegeben. Visuelle Symptome in Form eines monokularen Schleiersehens bestanden bei vier Patienten. Bei einem Teil der Patienten traten bei schweren KS-Attacken Übelkeit (fünf Fälle), Erbrechen (zwei Fälle) und Photo- und Sonophobie (fünf Fälle) auf.

Tab. 4: Begleitsymptome des CV

Begleitsymptome	Patient Nr.															Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Lakrimation	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	5
konj. Injektion	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	5
Lidschwellung	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	5
Schleiersehen	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	4
Parästhesien *)	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	4
Schwindel	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	6
Crepitationen	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	7
Schluckbeschw.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Übelkeit	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	5
Erbrechen	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Photo- und/oder Sonophobie	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	5

*) ipsilateral im Gesichts- und Armbereich

Durch Druck auf bestimmte Triggerpunkte konnte regelmäßig bei allen Patienten eine Schmerzverstärkung bzw. Attackenauslösung erzielt werden. Am häufigsten war ipsilateral über C2 und über dem Verlauf des N. occipitalis major eine Schmerzverstärkung zu beobachten (s. Tab. 5).

Tab. 5: Mechanische Auslösbarkeit der KS

Triggerpunkte	Patient Nr.															Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
N. occ. major	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	11
C2	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	12
C3	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	6
C4	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	8
C5	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	8
M. trapezius	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	3

11 Patienten geben eine Schmerzzunahme bei bestimmten Kopfbewegungen an, und/oder nehmen eine Schonhaltung des Kopfes oder eine bestimmte Einschlafposition ein (s. Tab. 6).

Tab. 6: Mechanische Auslösbarkeit der KS durch bestimmte Kopfbewegungen

Kopfbewegungen	Patient Nr.															Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Rotation n. re.	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	5
Rotation n. li.	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	6
Seitneig. n. re.	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	3
Seitneig. n. li.	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	6
Ventroflexion	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	6
Dorsoflexion	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	3
Schonhaltung	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	7
Einschlafposition	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	8

Bei 13 Patienten konnten wir C2-Blockaden durchführen, zwei Patienten lehnten eine C2-Blockade ab. In zwei Fällen ließ sich eine Schmerzreduktion (für weniger als drei Stunden) erzielen. Fünf Patienten waren für mindestens drei Stunden bis Tage nach der C2-Blockade schmerzfrei, sechs Patienten waren zwei Wochen oder länger schmerzfrei (s. Tab. 7).

Tab. 7: C2 Blockade - Dauer der Schmerzfreiheit

Schmerzfreiheit nach C2-Blockade	Patient Nr.															Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1 - 3 h	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2
3 h - 2 Tg.	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	5
mehr als 2 Wo.	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	6

* Pat. Nr.3 und Nr. 15 lehnten eine C2-Blockade nach Aufklärung über die Risiken ab.

VI.2 Ergebnisse der technischen Untersuchungen

VI.2.1 Radiologische Befunde

Die qualitative Befundung der Röntgenaufnahmen erfolgte in der radiologischen Abteilung der Universitätsnervenklinik, München.

Die Beurteilung umfaßte die Beschreibung von degenerativen Veränderungen, eventuellen congenitalen Mißbildungen und von radiologisch sichtbaren Bewegungseinschränkungen.

Bei acht Patienten zeigte sich eine Bewegungseinschränkung im Kopf-Hals-Gelenk, zwei weitere wiesen Mißbildungen auf (je einmal eine rechtsseitige Atlas-assimilation bzw. eine Bogenschlußanomalie des Atlas). Die Gesamtbeweglichkeit der HWS war bei fünf Patienten eingeschränkt. Eine Knickbildung der HWS bei Ventroflexion fand sich bei drei Patienten, zweimal in Höhe C5/C6 und einmal in Höhe C4/C5. Vier Patienten hatten arthrotische Veränderungen an den lateralen Wirbelgelenken bzw. an den Kondylengelenken, bei drei Patienten fand sich eine Verkalkung in der Membrana atlanto-occipitalis ventralis (MAOV) (s. Tab. 8a).

Eine Einschränkung der Beweglichkeit der Kopf-Hals-Gelenke zeigte sich bei neun Patienten aus der Kontrollgruppe, eine Einschränkung der Gesamtbeweglichkeit bei vier Patienten. Congenitale Mißbildungen oder Knickbildungen waren in keinem Fall zu beobachten. Arthrotische Veränderungen an den lateralen Wirbelgelenken oder an den Kondylengelenken zeigten sich in

fünf Fällen, bei sechs Fällen fand sich eine Verkalkung der MAOV bzw. des Ligamentum apicis dentis (s. Tab. 8b).

Tab. 8a: Qualitative Auswertung der Röntgenaufnahmen in der Patientengruppe

Röntgen-Befunde	Patient Nr.															Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Bew.Einschr. C0/C2	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	8
Bew.Einschr. der ges. HWS	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	5
Atlasassimil.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Bogenschlußan.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1
Knickbildung in Höhe C4/C5	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
in Höhe C5/C6	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
arthr. Veränd.	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	4
Verkalkung der MAOV *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	3

*) MAOV = Membrana atlantooccipitalis ventralis

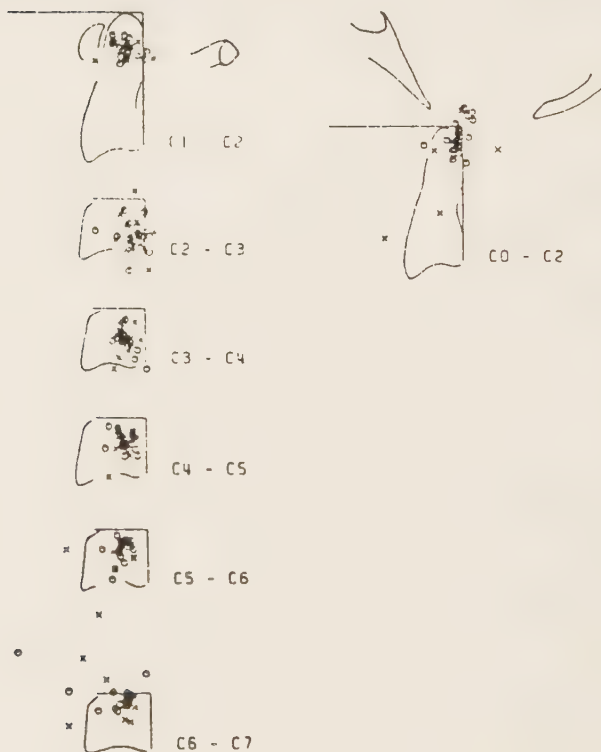
Tab. 8b: Qualitative Auswertung der Röntgenaufnahmen in der Kontrollgruppe

Röntgen-Befunde	Kontrolle Nr.																		Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Bew.Einschr. C0/C2	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	9
Bew.Einschr. der ges. HWS	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	4
Mißbildungen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Knickbildung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
arthr. Veränd.	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Verkalkung der MAOV *	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	6

*) MAOV = Membrana atlantooccipitalis ventralis

VI.2.2 Computergestützte Bestimmung der Achsdrehpunkte aus den HWS-Funktionstomogrammen bei den CV- Patienten und der Kontrollgruppe

Die Achsdrehpunkte der CV- und der Kontrollgruppe in
einer schematischen HWS-Darstellung zeigt Abb. 21.



x = CV-Gruppe

o = Kontrollgruppe

Abb. 21. Computergraphik der Achsdrehpunkte der CV-
und der Kontrollgruppe

Damit die Drehachsen der Einzelfälle untereinander

verglichen werden können, wurden sie in einem Koordinatensystem ausgerichtet, das sich an dem kaudalen Wirbelkörper des durch zwei Wirbelkörper gebildeten HWS-Segmentes orientierte. Die Ordinate entspricht der Tangente an den posterioren Wirbelkörperperrand, die Abszisse der kranialen Deckplatte. Bei den Segmenten mit einem Bewegungsumfang unter ca. vier Grad wurden die Drehachsen nicht ausgedruckt, da im Rahmen der Eingabetoleranz der Achsdrehpunkt bei kleinen Winkeln nicht genau genug bestimmt werden kann (sog. schleifende Geraden).

Der von Penning (57) geschilderte gleitende Bewegungsablauf der Wirbelgelenke C2 - C7 konnte in unseren Ergebnissen bestätigt werden: Mit zunehmender Druckbelastung (v. a. auf die unteren Segmente der HWS) (31, 57) wandert der Drehpunkt nach kranial zur Deckplatte desjenigen Wirbels, der kaudal des Gelenkes liegt.

Die Kopf-Hals-Gelenke (C0/C2) und in geringerem Maße auch das Segment C2/C3 zeigen in der CV-Gruppe insgesamt eine erhebliche Streubreite der Achspositionen; die Streuung für das Segment C6/C7 dürfte auf die in Einzelfällen mangelnde technische Qualität der Röntgenaufnahmen in diesem Bereich zurückzuführen sein.

Die ausgeprägte, kraniale Achsverschiebung in zwei CV-Fällen führt zu einer unphysiologischen Kippbewegung (Gaizler, zit. nach 31). Dadurch kommt es zu einer vermehrten Belastung der Bandscheibe und des Bandapparates der lateralen Wirbelgelenke.

An den Segmenten C3 - C7 fanden sich insgesamt selten

Veränderungen, in der Regel nur leichte Achsverschiebungen nach ventral oder dorsal.

Bei den Kopf-Hals-Gelenken fand sich bei drei CV-Patienten und einem Kontrollfall eine Verlagerung der Drehachse C1/C2 in den Gelenkspalt des vorderen (Pat. Nr. 8) oder des hinteren Atlantoaxialgelenkes (Pat. Nr. 9 und 10, Kontrollfall Nr. 3). Nur in einem Fall (Pat. Nr. 9) war dabei auch die Beweglichkeit von C1/C2 eingeschränkt. Liegt die Achsposition im Gelenkspalt, erfolgt die Drehung um diesen Gelenkspalt. Die Gelenkflächen gleiten also nicht übereinander, sondern rollen aufeinander ab. Dieser Bewegungsablauf läßt sich durch eine Fixierung der Gelenkflächen erklären.

Die Drehachse der Kopf-Hals-Gelenke (C0/C2) war in fünf Kontrollfällen, aber nur in einem CV-Patienten nach kranial und leicht dorsal verschoben. Der Abstand zwischen den Drehachsen C0/C2 und C1/C2 spiegelte sich dabei in den Winkelmessungen wieder: Je größer die Distanz zwischen diesen Drehachsen ist, desto größer ist der Anteil des Segmentes C0/C1 an der Ventro- und Dorsoflexion und vice versa. Der Anteil von C0/C1 an der Gesamtbeweglichkeit der Kopf-Hals-Gelenke kann auch im Normalfall sehr unterschiedlich ausfallen (15).

VI.2.3 Einzelbeschreibungen der Achsdrehpunkte bei den CV-Patienten und der Kontrollgruppe

CV-Gruppe (s. Abb. 22 - 36)

Pat. Nr. 1, E. W., w., 57 J., Diagnose: Cervicogener

Kopfschmerz rechts, gewöhnliche Migräne. Die Achspunkte befinden sich nicht auf einer Linie, sondern sind teilweise nach ventral (C3/C4, C5/C6) und nach dorsal (C4/C5) verschoben, was eine Folge der degenerativen Veränderungen der Wirbelkörperkanten sein dürfte. Der Drehpunkt des Atlas um den Axis befindet sich zwischen dem vorderen und dem hinteren Atlantoaxialgelenk, der Drehpunkt des Gelenks C0/C2 nur wenig kranial und dorsal davon, aber auch noch innerhalb der Denskontur. Dies entspricht dem vermuteten Bewegungsablauf der Kopf-Hals-Gelenke C0/C2 (31).

Pat. Nr. 2, J. S., w., 44 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts, gewöhnliche Migräne, Analgetikaabusus. Regelrechte Position der Drehachsen C3 - C7, die Achse C2/C3 ist nach dorsal verschoben. Die Achse C1/C2 erscheint leicht nach dorsal und kaudal verschoben, der Atlas selbst ist nach dorsokaudal gekippt. Der Drehpunkt für C0/C2 ist stark nach kaudal verlagert, so daß das Hinterhaupt über den Dens nach vorne gleitet, statt eine Nickbewegung auszuführen. Dieser Bewegungsablauf wird möglicherweise durch eine Lockerung des Bandapparates zwischen Axis und Okziput hervorgerufen.

Pat. Nr. 3, F. S., m., 36 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links. Die Lage der Achsdrehpunkte zueinander ist regelrecht, man erkennt eine leichte Bewegungseinschränkung im Segment C2/C3.

Pat. Nr. 4, J. M., m., 47 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts. Im kaudalen Teil erscheinen die

Drehpunkte regelrecht zueinander, im Segment C2/C3 liegt der Drehpunkt im dorsalen kaudalen Bereich von C2; die Bewegung erfolgt also nicht als Gleiten des kranialen auf dem kaudalen Wirbel, sondern als eine Kippbewegung. An dieser Stelle sind auch Wirbelkörperkantenauziehungen deutlich erkennbar. Der Achspunkt von C0/C2 liegt gerade außerhalb vom Dens axis.

Pat. Nr. 5, U. K., w., 44 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links, gewöhnliche Migräne, Ergotaminabusus. In den dargestellten Segmenten erscheinen die Achspunkte regelrecht. Deutlich sichtbar ist der gleitende Bewegungsablauf im Segment C2/C3. Atlas und Hinterhaupt bewegen sich nahezu parallel (Blockade C0/C1), die Drehpunkte der Kopf-Hals-Gelenke liegen dicht zusammen.

Pat. Nr. 6, E. K., w., 47 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts. Die Drehpunkte der Segmente C1 - C7 liegen harmonisch zueinander. Der Bewegungsablauf zwischen C0/C2 ist gestört, das Hinterhaupt macht keine Gleitbewegung, sondern kippt um einen Punkt über dem Atlas. Die Drehachse C0/C2 und C1/C2 liegen weit auseinander.

Pat. Nr. 7, M. S., w., 61 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links. Der Bewegungsablauf erscheint weitgehend regelrecht, in den Segmenten C3/C4 und C4/C5 sind die Achsen verschoben: Im Segment C3/C4 überwiegt die Gleitbewegung in sagittaler Richtung, im Segment C4/C5 eine Kippbewegung um die nach kranial und ventral verlagerte Achse. Die beiden Achsen der Kopf-

Hals-Gelenke fallen praktisch zusammen.

Pat. Nr. 8, F. H., m., 64 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts. In fast allen Segmenten ist der Bewegungsablauf gestört. Im Segment C5/C6 ist die Achse nach ventral verschoben, im Segment C3/C4 nach kaudal. Das Gelenk C2/C3 ist praktisch vollständig blockiert. Die Achse C0/C2 liegt noch regelrecht innerhalb der Denskontur. Das vordere Atlantoaxialgelenk ist blockiert, die Achse befindet sich im Gelenkspalt, nur das hintere Atlantoaxialgelenk ist frei beweglich.

Pat. Nr. 9, M. S., m., 47 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts, gewöhnliche Migräne. Nahezu regelrechte Achspunkte zwischen C2 und C7. Im Segment C4/C5 ist der Drehpunkt nach dorsal verlagert. Die Kopf-Hals-Gelenke sind blockiert (das Programm errechnet den fiktiven Drehpunkt). Bei diesem Patienten ist das hintere Atlantoaxialgelenk blockiert, der Atlas führt eine paradoxe Bewegung aus um das blockierte Gelenk. Der Drehpunkt befindet sich im Gelenkspalt des hinteren Atlantoaxialgelenks.

Pat. Nr. 10, R. Z., w., 35 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links, gewöhnliche Migräne. Im kaudalen Abschnitt liegen die Achsen regelrecht, der Bewegungsumfang der Kopf-Hals-Gelenke erscheint vermindert und der Drehpunkt ist nach dorsal verschoben. Das hintere Atlantoaxialgelenk ist blockiert (Achse im Gelenkspalt).

Pat. Nr. 11, E. B., m., 52 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links. Der Drehpunkt des Segmentes C2/C3

ist nach dorsal und kaudal verschoben, der Bewegungsumfang erscheint eingeschränkt. Der Drehpunkt C0/C2 liegt außerhalb der Densspitze. Die Achse C1/C2 ist nach kaudal verschoben.

Pat. Nr. 12, B. H., m., 43 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links. Die Achse des Gelenks C2/C3 ist nach kranial verschoben, C2 gleitet nicht über C3, sondern vollführt eine Kippbewegung. Die Achsen der Kopf-Hals-Gelenke erscheinen normal, allerdings ist das Gelenk C0/C1 blockiert.

Pat. Nr. 13, O. H., m., 51 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links. Das Gelenk C0/C1 erscheint eingeschränkt beweglich, die Achse C0/C2 ist nach dorsal und leicht kaudal verschoben und scheint im Gelenkspalt des hinteren Atlantoaxialgelenks zu liegen. Die übrigen Achsen liegen regelrecht.

Pat. Nr. 14, S. F., w., 30 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz links. Die Kopf-Hals-Gelenke sind blockiert, die Achse C0/C2 ist nach dorsal und kaudal verschoben. Die übrigen Segmente zeigen einen harmonischen Bewegungsablauf.

Pat. Nr. 15, I. G., w., 53 J., Diagnose: Cervicogener Kopfschmerz rechts. Die Achse des Segmentes C2/C3 ist nach dorsal und kaudal verschoben, die Kopf-Hals-Gelenke erscheinen regelrecht beweglich. In den Segmenten C5/C6 und C6/C7 überwiegt die Kippbewegung gegenüber der Gleitbewegung.

Kontrollgruppe (s. Abb. 37 - 40)

Fall Nr. 1, Regelrechter Aufbau der Achsen C1 - C7. Die Achse C0/C2 befindet sich etwas kranial von der Densspitze (s. Abb 37).

Fall Nr. 2, Auch hier ist die Achse C0/C2 etwas kranial der Densspitze. Der Drehpunkt von C2/C3 ist nach dorsal verschoben.

Fall Nr. 3, Das Gelenk C0/C1 ist blockiert, ebenfalls das hintere Atlantoaxialgelenk. Die Drehpunkte von C1/C2 und C0/C2 liegen beide im Gelenkspalt des hinteren Atlantoaxialgelenks. Die Achse von C2/C3 ist nach ventral verschoben.

Fall Nr. 4, Die Achse des Segmentes C2/C3 ist nach dorsal und leicht nach kaudal verschoben, der übrige Aufbau erscheint regelrecht.

Fall Nr. 5, Regelrechter Aufbau; die Achse C0/C2 liegt noch in der Denskontur.

Fall Nr. 6, Die Achse C0/C2 liegt etwas kranial der Denskontur, der Aufbau erscheint ansonsten regelrecht.

Fall Nr. 7, Die Drehpunkte der Segmente C1 - C7 liegen regelrecht zueinander. Der Bewegungsablauf erscheint zwischen C0/C2 gestört, das Hinterhaupt macht keine Gleitbewegung, sondern kippt um einen Punkt über dem Atlas. Die Drehpunkte C0/C2 und C1/C2 liegen weit auseinander (s. Abb. 38).

Fall Nr. 8, Die Achse der Kopf-Hals-Gelenke C0/C2 ist nach kranial verschoben und liegt außerhalb der Dens-

spitze. Der Drehpunkt von C2/C3 ist nach dorsal versetzt, der übrige Aufbau erscheint regelrecht.

Fall Nr. 9, Die Drehachse des Segmentes C6/C7 befindet sich im ventralen kaudalen Eck des Wirbelkörpers C6, das Gelenk klappt praktisch bei der Ventroflexion auf. Die Achse C2/C3 ist nach dorsal verschoben, die übrigen Segmente erscheinen regelrecht.

Fall Nr. 10, Das Gelenk C6/C7 ist nahezu blockiert, die Achse ist ins kaudale ventrale Eck verschoben, so daß das Gelenk bei der Ventroflexion praktisch aufklappt. Die Drehpunkte von C2/C3 und C3/C4 liegen weit nach kaudal verschoben, die Gleitbewegung entspricht einem flachen Kreisbogen. Das Gelenk C0/C1 ist blockiert. Der Drehpunkt von C1/C2 liegt regelrecht, die Achse C0/C2 ist nach ventral verschoben, sie liegt in etwa in der Verlängerung der MAOV. Möglicherweise resultiert hier die Gelenkblockade auf der beschriebenen Verkalkung der MAOV (s. Abb. 39).

Fall Nr. 11, Weitgehend regelrechter Aufbau der Segmente C1 - C7. Die Achse C0/C2 liegt etwas kranial der Denskontur, beim Hinterhaupt überwiegt die Kippbewegung auf dem Atlas gegenüber der Gleitbewegung. Der Atlas ist im vorderen Atlantoaxialgelenk blockiert, die Drehachse liegt im Gelenkspalt. Die Drehachse C4/C5 ist, vermutlich durch die degenerativen Veränderungen am HWK 5, nach dorsal verschoben.

Fall Nr. 12, Die Segmente C1 - C7 sind regelrecht, die Achse C0/C2 befindet sich gerade außerhalb der Denskontur und ist leicht nach kranial und nach dorsal

verschoben.

Fall Nr. 13, Die Beweglichkeit zwischen C5/C6 und C6/C7 ist vermindert, die Achsen liegen aber regelrecht. Der Drehpunkt C2/C3 ist leicht nach dorsal versetzt, auch hier ist die Beweglichkeit leicht eingeschränkt. Die Achse C0/C2 befindet sich leicht nach kranial verschoben außerhalb der Denskontur (Überwiegen der Kippbewegung) (s. Abb. 40).

Fall Nr. 14, Die Drehpunkte der Segmente C1 - C7 liegen regelrecht, die Achse C0/C2 erscheint nach dorsal und kaudal verschoben, sie liegt beinahe im Gelenkspalt des hinteren Atlantoaxialgelenkes.

Fall Nr. 15, Die Segmente C1 - C7 sind harmonisch aufgebaut, die Achse C0/C2 liegt weit nach kranial verschoben außerhalb der Denskontur. Das Hinterhaupt kippt praktisch über den Atlas und den Dens axis.

Fall Nr. 16, Der Aufbau der Achsen ist regelrecht, die Beweglichkeit im Segment C5/C6 ist vermehrt.

Fall Nr. 17, Regelrechter Aufbau der kaudalen Abschnitte, der Drehpunkt C2/C3 ist nach dorsal verschoben. Die Achse C0/C2 liegt wieder etwas kranial von der Densspitze, die Kopf-Hals-Gelenke sind vermehrt beweglich.

Fall Nr. 18, Die Achsen aller Segmente liegen weitgehend normal. Im Segment C2/C3 ist die Achse leicht nach dorsal, im Segment C4/C5 leicht nach ventral verschoben.

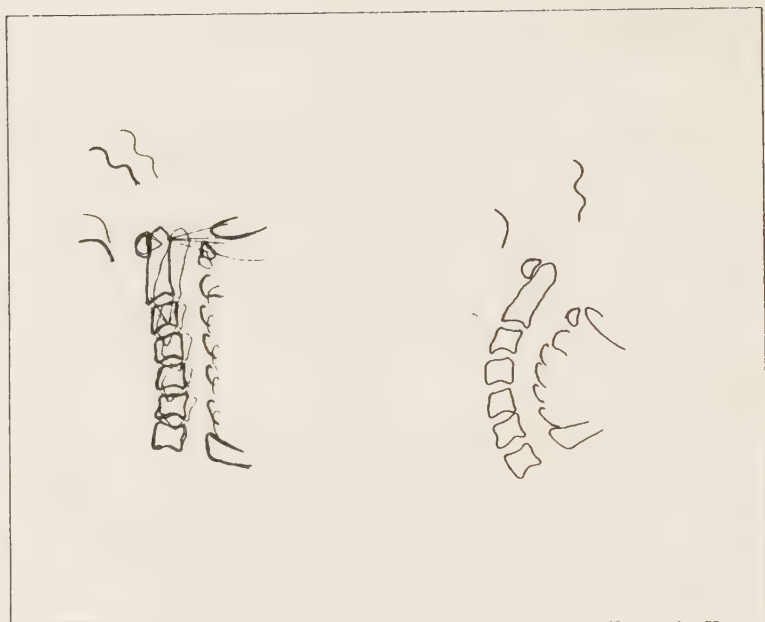


Abb. 22. Patient Nr. 1

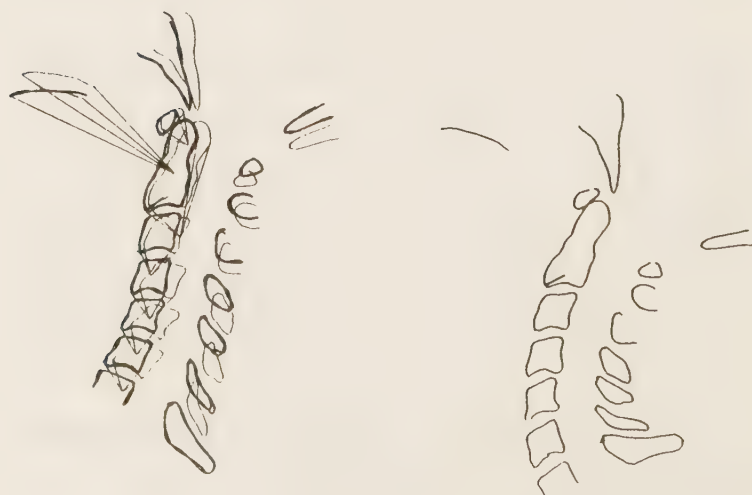


Abb. 23. Patient Nr. 2

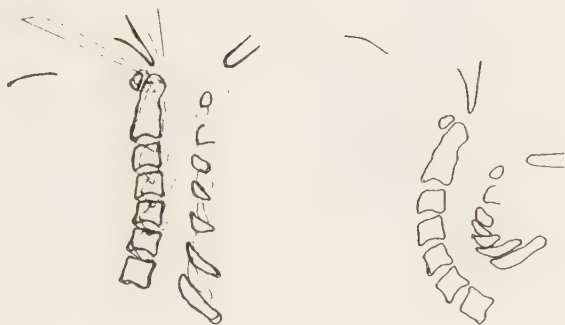


Abb. 24. Patient Nr. 3

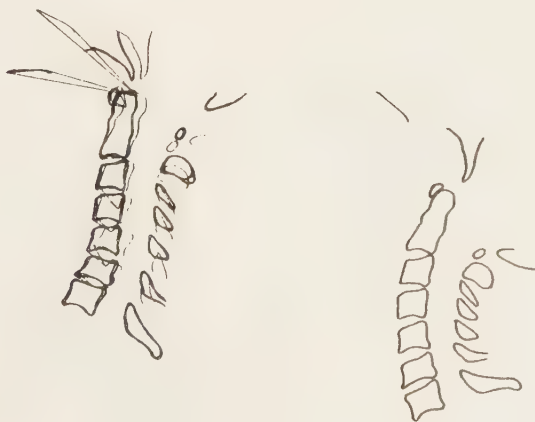


Abb. 25. Patient Nr. 4

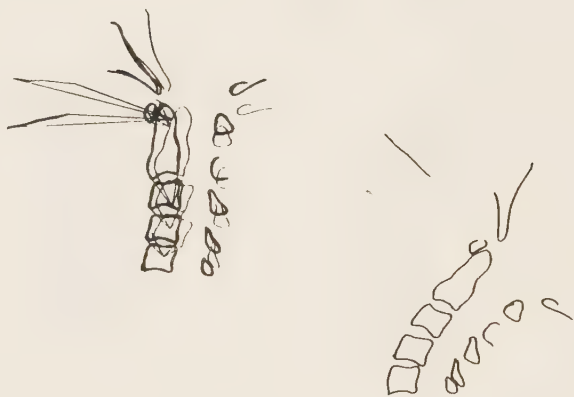


Abb. 26. Patient Nr. 5

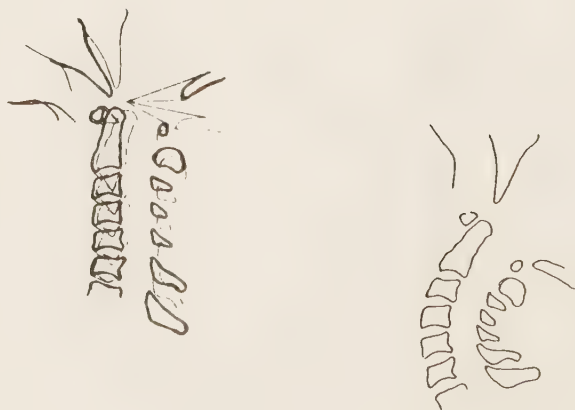


Abb. 27. Patient Nr. 6

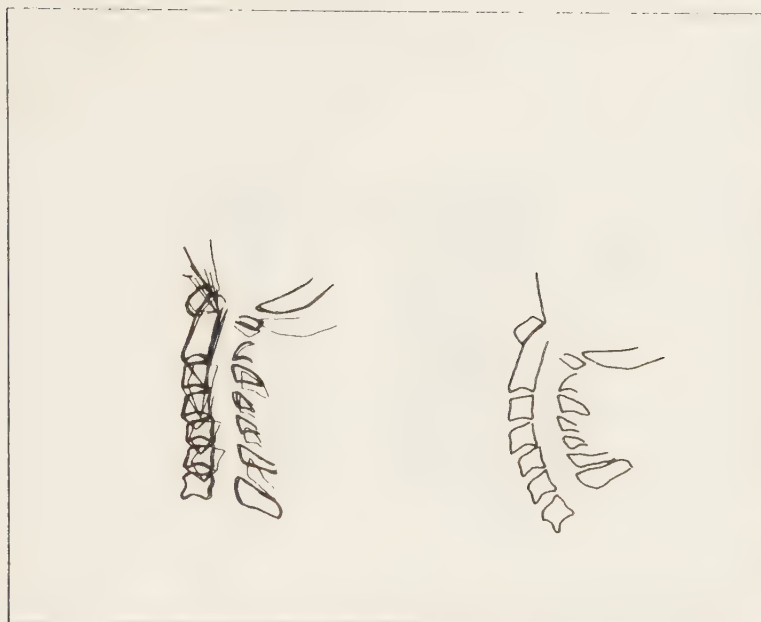


Abb. 28. Patient Nr. 7



Abb. 29. Patient Nr. 8

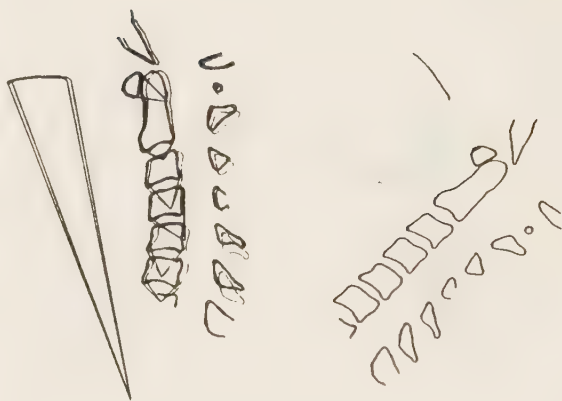


Abb. 30. Patient Nr. 9

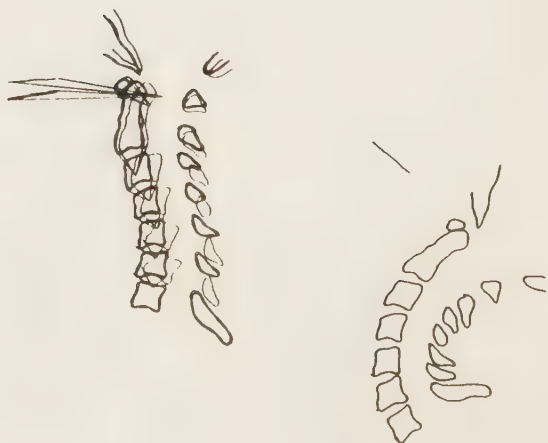


Abb. 31. Patient Nr. 10



Abb. 32. Patient Nr. 11



Abb. 33. Patient Nr. 12

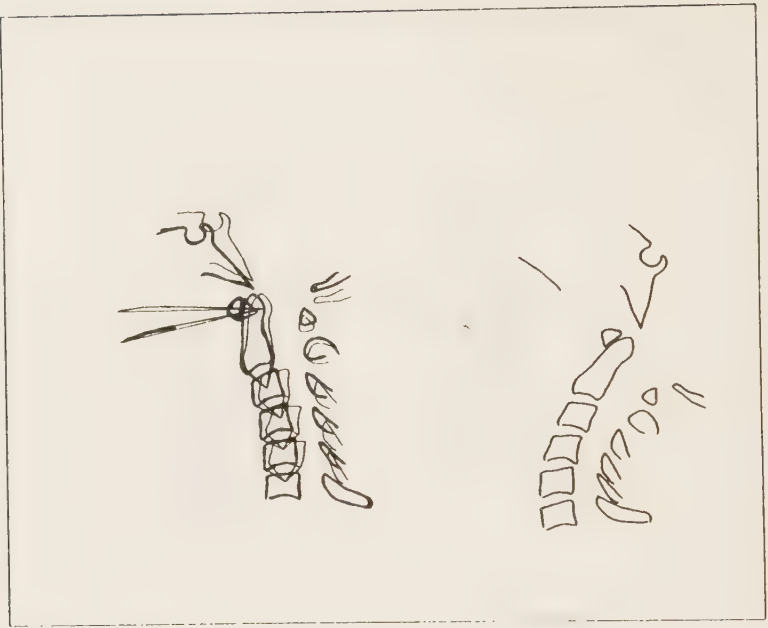


Abb. 34. Patient Nr. 13

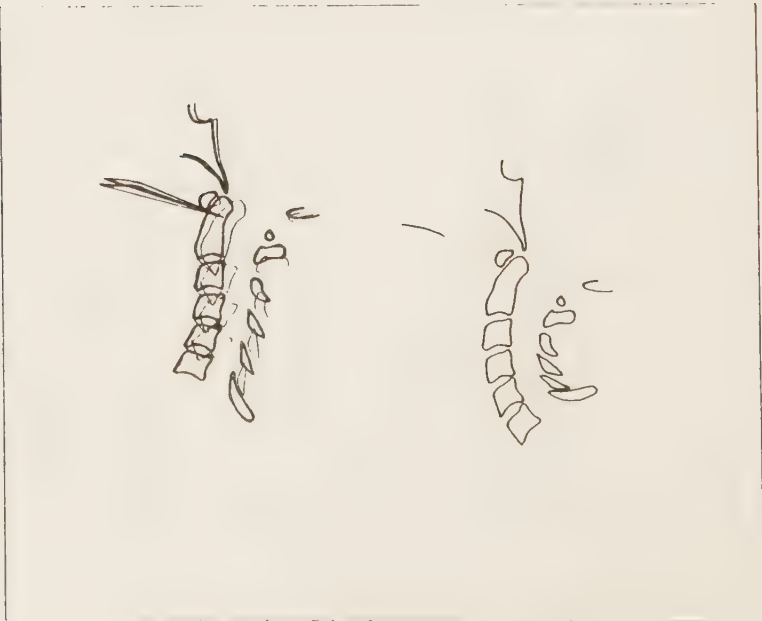


Abb. 35. Patient Nr. 14

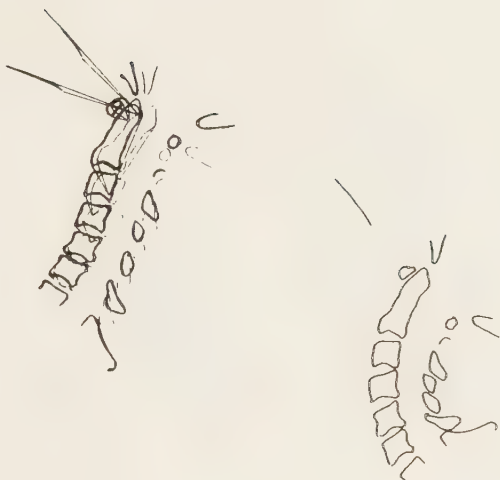


Abb. 36. Patient Nr. 15



Abb. 37. Kontrollfall Nr. 1



Abb. 38. Kontrollfall Nr. 7



Abb. 39. Kontrollfall Nr. 10



Abb. 40. Kontrollfall Nr. 13

VI.2.4 Ergebnisse der Beweglichkeitsmessungen

Die Ergebnisse der computergesteuerten Auswertung der HWS-Funktionsaufnahmen hinsichtlich der Beweglichkeit in den einzelnen HWS-Segmenten sind den Tab. 9 a-c und 10 a-c zu entnehmen.

Die Gelenkbeweglichkeit C5/C6 und C6/C7 konnte nicht immer beurteilt werden, da aus röntgentechnischen Gründen in Einzelfällen die letzten beiden Halswirbel nicht dargestellt werden konnten. Die gesamte HWS C0 - C7 war deshalb nur bei zehn Patienten und bei 15 Fällen der Kontrollgruppe auswertbar (s. Tab. 9a und 9b).

Für die statistischen Berechnungen wurde der Student-T-Test für unverbundene Stichproben verwendet.

In den Kopf-Hals-Gelenken (C0/C2) besteht hinsichtlich der Ventro- und Dorsoflexion bei der CV-Gruppe (16,4 Grad) eine signifikante Unterbeweglichkeit ($p < 0,05$) im Vergleich zur Kontrollgruppe (22,0 Grad). Das größte Ausmaß dieser Bewegungseinschränkung betrifft das Atlantooccipitalgelenk (C0/C1): CV-Gruppe 6,6 Grad, Kontrollgruppe 11,2 Grad (s. Tab 9a-c). Dieses Ergebnis ist mit $p < 0,10$ statistisch auffällig, eine Überprüfung der Signifikanz mit größeren Fallzahlen wäre wünschenswert. Die Gesamtbeweglichkeit der oberen HWS (Winkelsumme zwischen C0 und C5) ist ebenfalls signifikant ($p < 0,05$) reduziert mit 51,4 Grad gegenüber 60,4 Grad bei der Kontrollgruppe. Eine Überbeweglichkeit des Segmentes C6/C7 (CV-Gruppe: 16,4 Grad ($n = 10$), Kontrollgruppe : 13,3 Grad ($n = 15$)) bei den auswertbaren Fällen ist mit einem p-Wert von 0,14

ebenfalls statistisch auffällig und läßt eine kompensatorische Hypermotilität dieses Gelenks bei den CV-Patienten vermuten. Auch hier ist eine valide Aussage wegen der geringen Fallzahl nicht möglich.

Tab. 9a: Beweglichkeit der HWS bei der CV-Gruppe in Winkelgraden (Absolutwerte)

Pat. Nr.	C0/2	C0/1	C1/2	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	C0/7
1	18,0	6,6	11,4	13,5	13,1	18,8	14,9	15,6	94,0
2	7,6	-3,3	10,9	7,6	8,6	16,3	19,5	15,1	74,7
3	25,2	10,1	15,1	6,1	17,9	24,2	23,3	18,0	114,8
4	30,1	15,9	14,2	10,4	7,7	11,2	20,4	9,8	89,6
5	17,0	4,0	13,1	10,4	14,9	17,8	*	*	60,1 x)
6	29,7	20,9	8,8	9,0	11,9	14,9	16,2	14,5	96,1
7	20,1	7,8	12,3	3,5	10,3	6,1	13,9	19,9	73,0
8	18,9	9,5	9,4	1,0	6,6	6,4	4,7	*	37,6 xx)
9	0,7	-2,2	2,9	4,5	6,0	3,4	7,8	9,7	32,1
10	6,6	0,1	6,5	6,7	17,4	18,7	26,0	26,0	101,5
11	18,1	11,7	6,4	4,9	10,5	16,7	14,6	*	64,8 xx)
12	10,0	1,8	8,3	5,7	12,4	15,4	20,2	16,6	80,2
13	12,1	4,2	7,9	5,3	14,0	18,9	14,5	*	64,9 xx)
14	3,2	1,8	1,3	11,1	17,6	23,0	23,7	*	78,5 xx)
15	27,9	9,3	18,6	10,5	12,9	21,4	16,7	18,4	107,8

* fehlende Daten: HWK 6 bzw. 7 radiologisch nicht dargestellt.

x) Winkelsumme C0/C5 bei den Fällen, bei denen HWK 6 und 7 nicht dargestellt ist

xx) Winkelsumme C0/C6 bei den Fällen, bei denen HWK 7 nicht dargestellt ist

Tab. 9b: Beweglichkeit der HWS bei der Kontrollgruppe in Winkelgraden (Absolutwerte)

Ktr. Nr.	C0/2	C0/1	C1/2	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	C0/7
1	25,0	16,8	8,2	4,8	13,1	13,7	10,8	11,6	78,9
2	28,4	18,3	10,1	7,7	7,7	12,5	14,7	*	71,1 x)
3	16,0	1,3	14,8	8,5	14,2	13,7	14,1	16,3	82,7
4	21,1	6,2	14,9	10,0	11,5	16,6	15,9	19,6	94,8
5	18,2	7,3	10,8	9,3	15,7	21,3	23,8	15,9	104,1
6	16,1	9,1	7,0	7,9	11,6	16,3	19,2	5,6	76,8

Ktr. Nr.	C0/2	C0/1	C1/2	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	C0/7
7	30,2	26,0	4,3	7,5	14,2	12,5	14,2	11,8	90,5
8	21,8	11,5	10,3	10,9	12,1	14,1	13,5	12,5	84,9
9	27,8	14,4	13,4	10,4	14,2	17,2	15,8	6,4	91,8
10	6,1	-0,9	7,0	7,4	12,8	20,7	17,0	4,5	68,6
11	22,7	15,4	7,3	13,0	14,3	14,6	20,0	16,5	101,1
12	21,1	8,8	12,3	6,5	12,3	15,7	21,1	13,9	90,6
13	28,2	20,3	7,9	5,9	19,3	19,8	9,0	10,0	92,2
14	15,1	5,8	9,3	8,9	12,0	15,4	16,7	14,3	82,3
15	26,3	18,7	7,6	13,2	22,5	17,2	19,9	*	99,1 x)
16	22,4	9,4	13,0	7,5	13,0	14,5	22,5	19,0	99,0
17	29,7	14,6	15,1	11,0	16,0	14,4	21,1	*	92,2 x)
18	20,5	11,4	9,1	8,0	13,9	12,3	17,2	21,7	93,5

* fehlende Daten: HWK 7 radiologisch nicht dargestellt.

x) Winkelsumme C0/C6 bei den Fällen, bei denen HWK 7 nicht dargestellt ist

Tabelle 9c: Durchschnittsbeweglichkeit der HWS bei der CV- und Kontrollgruppe in Winkelgraden (Absolutwerte)

Halswirbel	CV-Gruppe	Kontrollgruppe	Vergleich Lit. (76)	T-Test
C0/C2	16,4	22,0	22	$p < 0,05$
C0/C1	6,6	11,2	12	$p < 0,10$
C1/C2	9,8	10,8	10	$p > 0,05$
C2/C3	7,3	8,8	8	$p > 0,05$
C3/C4	12,1	13,9	13	$p > 0,05$
C4/C5	15,5	15,7	12	$p > 0,05$
C0/C5	51,4	60,4	55	$p < 0,05$
C5/C6	16,8 x)	17,0	17	$p > 0,05$
C6/C7	16,4 xx)	13,3 xxx)	16	$p = 0,14$
C0/C7	36,4 xx)	88,7 xxx)	88	$p > 0,05$

x) 14 Fälle

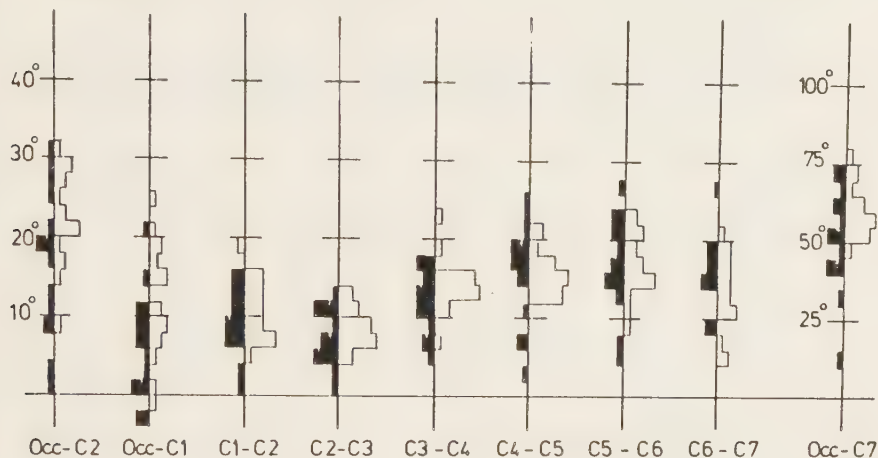
xx) zehn Fälle

xxx) 15 Fälle

In Abb. 41 sind die Ergebnisse der HWS-Beweglichkeit pro Segment in der CV- und der Kontrollgruppe in einem Histogramm zusammengefaßt. Die Höhe eines Kästchens entspricht zwei Winkelgraden, die Breite jeweils einem

untersuchten Fall. Es zeigt sich deutlich die Unterbeweglichkeit im Segment C0/C1 bei der CV-Gruppe.

Absolutwerte in Winkelgraden



■ = CV-Gruppe
□ = Kontrollgruppe

Abb. 41. Histogramm der Absolutwerte in der CV- und in der Kontrollgruppe

Zusätzlich zu den Absolutwerten wurden sog. Relativwerte errechnet. Die Relativwerte errechnen sich prozentual zur Gesamtbeweglichkeit der HWS, d. h. die Gesamtwinkelsumme C0/C7 wird gleich 100 % gesetzt. Eine relative Hypo- oder Hypermobilität der Kopf-Hals-Gelenke, oder anderer Segmente stellt sich dabei unabhängig von der Gesamtbeweglichkeit der HWS dar. Der Bewegungsablauf läßt sich so weitgehend unabhängig von degenerativen Veränderungen und individuellen Formva-

rianten der HWS beurteilen. Die Relativwerte für die Einzelfälle zeigt Tab. 10a und 10b. Die Berechnung von Relativwerten beschränkt sich auf vollständige Fälle (Eingabe aller Halswirbel C0 - C7), da eine Über- oder Unterbeweglichkeit in den radiologisch nicht erfaßten Segmenten nicht ausgeschlossen werden kann.

Tab. 10a. Relative Beweglichkeit der HWS-Segmente bezogen auf C0/C7 (100 %) in der CV-Gruppe (n = 10)

Pat. Nr.	C0/2	C0/1	C1/2	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	C0/7
1	19,1	7,0	12,1	14,4	13,9	20,0	15,8	16,6	100
2	10,2	-4,4	14,6	10,2	11,5	21,8	26,1	20,2	100
3	22,0	8,8	13,2	5,3	15,6	21,1	20,3	15,7	100
4	33,6	17,7	15,9	11,6	8,6	12,5	22,8	11,2	100
6	30,9	21,7	9,2	9,4	12,4	15,5	16,9	15,1	100
7	27,5	10,7	16,8	4,8	14,1	8,4	17,8	27,3	100
9	2,2	-6,9	9,1	14,0	18,7	10,6	24,3	30,2	100
10	6,5	0,1	6,4	6,6	17,1	18,4	25,6	25,6	100
12	12,5	2,2	10,3	7,1	15,1	19,2	25,2	10,7	100
15	25,9	8,6	17,3	9,7	12,0	19,8	15,5	17,1	100

Bei Pat. Nr. 5, 8, 11, 13 und 14 konnte wegen fehlender radiologischer Darstellung der kaudalen HWK eine Auswertung nicht vorgenommen werden.

Tab. 10b. Relative Beweglichkeit der HWS-Segmente bezogen auf C0/C7 (100 %) in der Kontrollgruppe (n = 18)

Ktr. Nr.	C0/2	C0/1	C1/2	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	C0/7
1	31,7	21,3	10,4	6,1	16,6	17,4	13,7	14,7	100
3	19,3	1,6	17,8	10,3	17,2	16,5	17,0	19,7	100
4	22,3	6,5	15,7	10,5	12,1	17,5	16,8	20,7	100
5	17,5	7,0	10,5	8,9	14,7	20,5	22,8	15,3	100
6	21,0	11,9	9,1	10,3	15,1	21,2	25,0	7,3	100
7	33,4	28,7*	4,7	8,3	15,7	13,8	15,7	13,0	100
8	25,7	13,6	12,1	12,8	14,3	16,6	15,9	14,7	100
9	30,3	15,7	14,6	11,3	15,7	18,7	17,2	7,0	100
10	8,9	-1,3	10,2	10,8	18,7	30,2	24,7	6,5	100

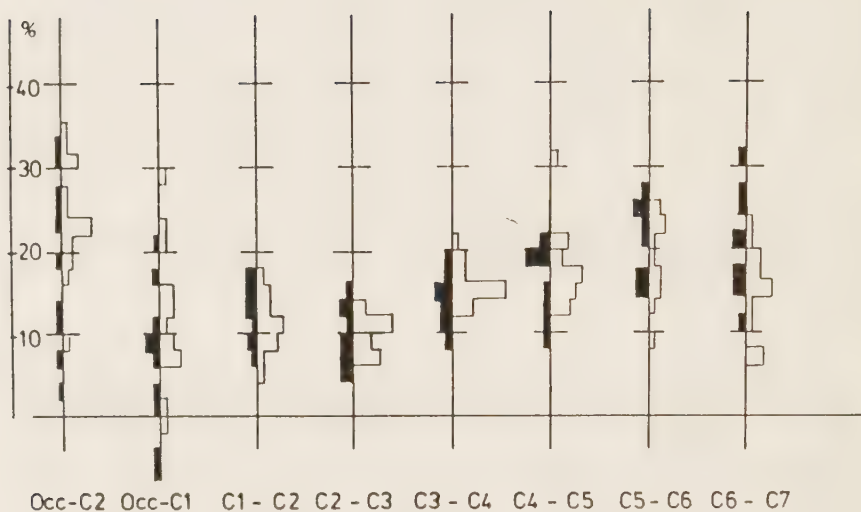
Ktr. Nr.	C0/2	C0/1	C1/2	C2/3	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7	C0/7
11	22,5	15,2	7,3	12,8	14,1	14,4	19,8	16,3	100
12	23,3	9,7	13,6	7,2	13,6	17,3	23,3	15,3	100
13	30,6	22,0	8,6	6,4	20,9	21,5	9,7	10,8	100
14	18,3	7,0	11,3	10,8	14,6	18,7	20,3	17,4	100
16	22,6	9,5	13,1	7,6	13,1	14,6	22,7	19,1	100
18	21,9	12,2	9,7	8,6	14,9	13,5	18,4	23,2	100

Bei Fall Nr. 2, 15 und 17 konnte wegen fehlender radiologischer Darstellung des HWK 7 eine Auswertung nicht vorgenommen werden.

Tab. 10c. Relativwerte der HWS-Beweglichkeit in der CV- und in der Kontrollgruppe im Vergleich mit Literaturangaben

Halswirbel	CV-Gruppe n = 10	Kontrollgr. n = 15	Vergleich Lit. (76)	T-Test
C0/C2	19,0	23,3	25,0	p > 0,05
C0/C1	6,5	12,0	13,6	p > 0,05
C1/C2	12,5	11,3	11,4	p > 0,05
C2/C3	9,3	9,5	9,1	p > 0,05
C3/C4	13,9	15,4	15,8	p > 0,05
C4/C5	16,7	18,2	13,6	p > 0,05
C5/C6	21,0	18,9	19,3	p > 0,05
C6/C7	19,0	14,7	18,2	p > 0,05

Abb. 42 zeigt das Histogramm der Relativwerte: die Höhe eines Kästchens entspricht zwei Prozent der Gesamtbeweglichkeit, die Breite eines Kästchens einem untersuchten Fall.



■ = CV-Gruppe
□ = Kontrollgruppe

Abb. 42. Histogramm der Relativwerte in der CV- und der Kontrollgruppe.

VI.2.5 Vergleich der radiologischen Befunde mit den Ergebnissen der Bewegungseinschränkungen

Bewegungseinschränkungen:

Eine fast komplette Atlasblockade ($C0/C1 < 2,0$ Grad) zeigt sich bei fünf CV-Patienten (Pat. Nr. 2, 9, 10, 12, 14, s. Abb. 23, 30, 31, 33, 35) und in zwei Fällen der Kontrollgruppe (Nr. 3 und Nr. 10, s. Abb. 39). Den auffälligen negativen Winkelsummen für das Segment $C0/C1$ bei den Patienten Nr. 2 und Nr. 9 (s. Abb. 23 bzw. 30), sowie Fall Nr. 10 (s. Abb. 39) der Kontroll-

gruppe liegt ein sog. paradoxer Bewegungsablauf zugrunde, d. h. daß bei der Ventroflexion der Atlas relativ zum Hinterhaupt eine Dorsoflexion durchführt. Dabei nähert sich der Arcus dorsalis des Atlas dem Hinterhaupt.

Eine starke Blockierung der beiden Kopf-Hals-Gelenke weisen die Pat. 9 und 14 (s. Abb. 30 bzw. 35) auf (0,7 bzw. 3,2 Grad). Hierbei wurde beim Patienten Nr. 14 im Röntgenbefund ein Hochstand des Dens axis beschrieben und die Gesamtbeweglichkeit der HWS war mit 78,5 Grad (C0/C6) noch ausreichend.

Bei den Patienten 10, 12 und 13 war die Blockade in den Kopf-Hals-Gelenken von einer Verkalkung der MAOV begleitet.

Bei den Patienten Nr. 1, 3 und 6 (s. Abb. 22, 24 bzw. 27) war radiologisch eine Bewegungseinschränkung der gesamten HWS, bei Nr. 3 und Nr. 15 (s. Abb. 24 bzw. 36) eine Blockade im Atlantooccipitalgelenk vermutet worden, die sich bei der Beweglichkeitsmessung nicht bestätigen ließ.

Ein CV-Patient (Nr. 8, S. Abb. 29) zeigte eine praktisch vollständige Blockade des Segmentes C2/C3 mit einer Restbeweglichkeit von 1,0 Grad. Zwei CV-Patienten (Nr. 8 und Nr. 9, s. Abb. 29 bzw. 30) wiesen eine starke Einschränkung der Beweglichkeit der gesamten HWS auf (37,6 bzw. 32,1 Grad), wobei beim Patienten Nr. 8 die Beweglichkeit der Kopf-Hals-Gelenke mit 18,9 Grad noch ausreichend ist.

Die Gesamtbeweglichkeit war sowohl in der CV-Gruppe als auch in der Kontrollgruppe durchweg mit den

Werten aus der Literatur (31, 76) vergleichbar.

Bei der Kontrollgruppe ließ sich nur in zwei Fällen eine Blockade der Kopf-Hals-Gelenke (Fall Nr. 3 und 10) nachweisen, eine Blockade im Bereich zwischen C2 und C7 war nicht feststellbar. Die Gesamtbeweglichkeit war in 17 Fällen gut, in einem Fall (Nr. 10, s. Abb. 39) ausreichend (68,6 Grad). In drei Fällen (Nr. 6, 9 und 10) zeigte sich eine Bewegungseinschränkung im Segment C6/C7 (5,6 bzw. 6,4 bzw. 4,5 Grad).

Radiologische Veränderungen:

Verkalkungen in der MAOV zeigten sich bei sechs Fällen aus der Kontrollgruppe (Nr. 5, 8, 10, 14, 16, 18), eine gleichzeitige Atlasblockade lag nur in einem Fall vor (Nr. 10, s. Abb 39).

Arthrotische Veränderungen in einem bestimmten Segment waren, von einer Einschränkung der Gesamtbeweglichkeit der HWS in zwei Fällen (Pat. Nr. 8 und 9, s. Abb. 29 bzw. 30) abgesehen, in keiner der beiden Gruppen einer Motilitätseinschränkung zuzuordnen.

Knickbildungen:

Die bei der qualitativen Beurteilung festgestellten Knickbildungen C4/C5 (Pat. 5) und C5/C6 (Pat. 1 und 15, s. Abb. 22 bzw. 36) korrelierten bei der quantitativen Messung nicht mit einer Überbeweglichkeit des jeweils betroffenen Segmentes.

Mißbildungen:

Die rechtsseitige Atlasassimilation (Pat. 7, s. Abb. 28) führte nicht zu einer vollständigen Blockade des

Atlantooccipitalgelenks ($C0/C1 = 7,8$ Grad). Bei dem Patienten mit der Bogenschlußanomalie des Atlas (Pat. 9, s. Abb. 30) war ein paradoxer Bewegungsablauf ($C0/C1 = -2,2$ Grad) nachweisbar.

Relativwerte:

Die Blockade zwischen $C0$ und $C1$ bei den Fällen 2, 9, 10 und 12 ist auch bei Betrachtung der Relativwerte deutlich sichtbar. Der gestörte Bewegungsablauf bei Fall 9 der CV-Gruppe ist deshalb besonders deutlich, da auch die Gesamtbeweglichkeit der HWS stark eingeschränkt ist.

Die Knickbildung in Höhe $C5/C6$ (Pat. Nr. 1 und 15) korrelierten nicht mit einer relativen Überbeweglichkeit.

Beim Vergleich von CV- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Beweglichkeit in Relativprozent fällt eine Unterbeweglichkeit im Atlantookzipitalgelenk (CV-Gruppe: 6,5 %, Kontrollgruppe: 12,0 %) und eine vermutlich kompensatorische Überbeweglichkeit im Segment $C6/C7$ (CV-Gruppe: 19,0 %, Kontrollgruppe: 14,7 %) besonders auf.

VII. DISKUSSION

Bei 15 Patienten mit einem "Cervicogenen Kopfschmerz" (CV) wurden mittels einer computergestützten Messmethode (CGM) HWS-Funktionsaufnahmen in Ventro- und Dorsoflexion ausgewertet und mit denen einer Kontrollgruppe ($n = 18$) verglichen.

Die Diagnose des CV wurde anhand der Kriterien von Sjaastad (69) gestellt und mittels einer diagnostischen C2-Blockade gesichert. In differentialdiagnostisch schwierigen Fällen wurde durch eine probatorische Indometacingabe eine CPH bzw. eine Hemicrania continua ausgeschlossen.

Bei den CV-Patienten zeigte sich eine statistisch signifikante ($p < 0,05$) Unterbeweglichkeit der Kopfhals-Gelenke C0/C2 und eine eingeschränkte Gesamtbeweglichkeit der oberen HWS C0 - C5 dar. Die deutlichste Bewegungseinschränkung war dabei im Gelenk C0/C1 nachweisbar. Die Gesamtbeweglichkeit (C0 - C7) ist bei den CV-Patienten allerdings nur unwesentlich vermindert (CV-Gruppe: 86,4 Grad; Kontrollgruppe: 88,7 Grad). Statistisch auffällig ($p = 0,14$) war bei der CV-Gruppe darüberhinaus eine Hypermotilität im Segment C6/C7.

Die Bestimmung der Drehachsen ergab für die CV-Gruppe eine größere Streuung für das Segment C2/C3. Blockierungen im Segment C1/C2 mit Verlagerung der Drehachse in den Gelenkspalt fanden sich in drei CV-Fällen gegenüber einem Kontrollfall. Bei zwei CV-Patienten war die Gleitbewegung im Segment C2/C3 durch eine Kippbewegung ersetzt. In fünf Fällen der Kontroll-

gruppe und einem Fall der CV-Gruppe fielen die Drehachsen der Kopf-Hals-Gelenke nicht zusammen, sondern die Drehachse C0/C2 befand sich etwas kranial der Densspitze. Wahrscheinlich stellt dieser Befund eine Normvariante des vermuteten Bewegungsablaufes der Kopf-Hals-Gelenke (15, 31, 57) dar.

Diese Befunde kontrastieren mit der klinisch-radiologischen Beurteilung. Hier unterschieden sich die beiden Gruppen hinsichtlich Bewegungseinschränkungen nur unwesentlich voneinander. Insbesondere eine Blockierung der Kopf-Hals-Gelenke lag in beiden Gruppen zunächst gleich häufig vor. Degenerative Veränderungen (arthrotische Gelenkveränderungen und Verkalkungen) waren klinisch-radiologisch ebenfalls gleich häufig.

Mißbildungen des craniocervicalen Überganges fanden sich nur in der CV-Gruppe. Allerdings gehören die Atlasassimilation und die Bogenschlußanomalie des Atlas zu den häufigsten Mißbildungen (0,1 - 0,8 % (45)), so daß sie nur schwer allein für die Entstehung eines CV verantwortlich gemacht werden können. Eventuell stellen sie aber einen für die Ausbildung eines CV begünstigenden Faktor dar.

Als mögliche Ursachen für die in der CV-Gruppe gefundenen Bewegungseinschränkungen können entzündliche, degenerative oder funktionelle Störungen gelten.

Lokale entzündliche oder fibrosierende Prozesse sind wahrscheinlich für die in einigen Fällen vermutete Fixierung der Gelenkflächen im Segment C1/C2 verant-

wortlich. Dies würde den Befunden der Studien von Jansen und Spoerri (38) und Groenbaek (28) entsprechen, bei denen fibrotisches Material in der Umgebung der Spinalnerven und der A. vertebralis von KS-Patienten gefunden wurde. Groenbaek (28) vermutet ursächlich multiple Mikrotraumen, wobei unter Umständen schon alltägliche Bewegungen (28, 56) Schmerzen provozieren können.

Für diese entzündliche Komponente spricht auch der therapeutische Effekt des nicht-steroidalen Antirheumatikums (NSA) Piroxicam in einigen CV-Fällen.

Die beobachtete bessere Wirksamkeit von Piroxicam im Vergleich zu anderen NSA ist nicht pharmakologisch allein erklärbar, da praktisch alle NSA einen ähnlichen (antiphlogistischen) Wirkmechanismus besitzen (Hemmung der Prostaglandinsynthese). Die zentralen Effekte der NSA sind zu wenig erforscht, um den unterschiedlichen analgetischen Effekt der NSA bei einzelnen KS-Formen (z. B. Indometacin bei der Chronisch Paroxysmalen Hemicranie, 68) erklären zu können.

Gegen eine systemische Erkrankung, z. B. aus dem rheumatischen Formenkreis, sprechen die normalen Laborparameter und das Fehlen entzündlicher Veränderungen auf den Röntgenbildern.

Die bei der CV-Gruppe häufiger nachgewiesene Verlagerung einer Achsposition macht eine überwiegend mechanische Störung des Bewegungsablaufes wahrscheinlich. Die Beweglichkeit war dabei nicht notwendigerweise eingeschränkt. Fast ausschließlich betroffen waren die

Kopf-Hals-Gelenke und das Gelenk C2/C3.

Die bei der CV-Gruppe verminderte Beweglichkeit der Kopf-Hals-Gelenke führt möglicherweise zu einer reaktiven Mehrbeanspruchung des Gelenks C2/C3. Die Drehachse C2/C3 liegt im Normalfall im dorsalen Drittel des HWK 3, wodurch die Bandscheibe insbesondere bei der Ventroflexion vermehrt belastet wird, weil hierbei die ventralen Wirbelkörperkanten eine scherende Bewegung durchführen (15). Fehlbelastungen der Bandscheibe könnten so zu einer Verlagerung der Drehachse führen, ohne daß sich ein pathologischer Röntgenbefund an den knöchernen Strukturen nachweisen ließe. Möglicherweise sind solche chronischen Fehl- oder Oberbelastungen für die vorher aufgeführten entzündlichen Veränderungen in den Kopf-Hals-Gelenken verantwortlich (56). Nur selten waren Exostosen an den Wirbelkörperkanten sichtbar, die auch eine Verlagerung der Drehachsen erklären könnten.

Die Drehachsenverlagerungen der Gelenke C0 - C3 verändern die Biomechanik der Wirbelgelenke. Davon sind v. a. die lateralen Wirbelgelenke betroffen, die sich nicht wie der Nucleus pulposus der Bandscheibe elastisch verformen können. Da die Innervation der lateralen Wirbelgelenke C0 - C3 hauptsächlich durch den Ramus dorsalis C2 erfolgt, kann es zu einem vermehrten Einstrom von Schmerzimpulsen über C2 kommen. Diese Überlastung der lateralen Wirbelgelenke würde auch die Erfolge mit einer selektiven Denervierung der Gelenkflächen (7, 36) erklären.

In der Mehrzahl der Fälle konnte allerdings keine Ursache für die Änderung der Biomechanik festgestellt werden.

Die bei der CV-Gruppe signifikante Hypomotilität im Segment C0/C1 bei erhaltener Beweglichkeit zwischen C1/C2 deutet auf eine funktionelle Störung hin (31). Dafür spricht der Erfolg therapeutischer C2-Blockaden und der paradoxe Bewegungsablauf des Atlas in einigen CV-Fällen. Bei den meisten Patienten dauerte die Schmerzfreiheit nach der Blockade länger an als von der Wirkdauer des Lokalanästhetikums zu erwarten gewesen wäre. Der Effekt kann also nicht durch die alleinige Analgesie erklärt werden. Die Analgesie führt zu einer Muskelrelaxation und damit zu einer Durchbrechung des "pain cycle" (73, 74), wodurch ein normaler Bewegungsablauf in den einzelnen Segmenten wieder möglich ist (29, 30).

Eine solche Fehlhaltung durch Tonusveränderungen der Muskulatur ist auch eine Erklärung für den paradoxen Bewegungsablauf des Atlas. Nach Gutmann (31) dient der paradoxe Bewegungsablauf des Atlas außerdem als Schutzmechanismus, da dadurch eine mechanische Alteration des Halsmarks vermieden wird. Die ausgeprägte negative Beweglichkeit des Atlas bei dem Patienten mit der Bogenschlußanomalie des Atlas (Pat. Nr. 9, s. Abb. 30) stellt möglicherweise einen solchen Fall dar.

Denkbar wäre auch, daß die Schmerzen beim CV reflektorisch zu einer Schonhaltung mit resultierender Hypomotilität führt. Hier allerdings wäre dann zu erwarten, daß die Gesamtbeweglichkeit der HWS bei CV-

Patienten vermindert ist, was nur bei einigen Patienten der Fall war.

Die mit der CGM festgestellte Bewegungsstörung der Kopf-Hals-Gelenke bei CV-Patienten deutet auf eine lokalisierte organische Ursache dieses KS-Syndroms hin, wobei inzwischen auch operative Verfahren (Fusionsoperationen, Facettendenervation) zur Anwendung kommen (7, 28, 36, 38).

Für den Einzelfall ist eine Trennung zwischen mechanischer, entzündlicher und funktioneller Komponente nicht möglich. Die CGM kann eine Bewegungsstörung aufzeigen, eine genaue Zuordnung von biomechanischer Störung und Symptomen des CV ist heute noch nicht möglich.

Die komplexen Verhältnisse des craniocervicalen Übergangs und der HWS erfordern weiter verfeinerte Meßtechniken (Graubildabtastung, Messung von Rotation und Lateralflexion). Weitergehende Untersuchungen von CV-Patienten wären deshalb wünschenswert.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

- (1) Ad hoc Committee on Classification of Headaches
Classification of headaches
JAMA 1962, 179: (717-718)
- (2) Appenzeller O, Becker WJ, Ragaz A
Cluster Headache - Ultrastructural aspects and patho-
genetic Mechanisms
Arch. Neurol. 1981, 38: (302-306)
- (3) Bärtschi-Rochaix W
Migraine cervicale
Bern: Med. Verlag H. Huber 1949
- (4) Bärtschi-Rochaix W
Headaches of cervical origin
In: Vinken PJ, Bruyn GW eds Handbook of Clinical
Neurology. North Holland Publishing Co. 1970, 5: (192-
203)
- (5) Barré JA
Sur un Syndrome sympathique cervical posterieur
Rev. Neurol. 1925, 33: (1246-1248)
- (6) Blaiss MS, Waxman J, Lange RK
Occipital headache as a manifestation of giant cell
arthritis
South. Med. J. 1982, 75/7: (887-888)
- (7) Blume H, Atac M, Golnick J
Neurosurgical treatment of persistent occipital myal-
gia-neuralgia syndrome
In: Pfaffenrath V, Lundberg PO, Sjaastad O eds Up-
dating in Headache
Berlin Heidelberg New York Tokyo: Springer-Verlag 1985
(24-52)
- (8) Bogduk N
The anatomy of occipital neuralgia
Clin. Exp. Neurol. 1980, 17: (167-184)
- (9) Bogduk N
An anatomical basis for the Neck-Tongue-Syndrome
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 1981, 44: (202-208)
- (10) Bogduk N
Local anaesthetic blocks of the second cervical gan-
glion: A technique with application in occipital head-
ache
Cephalalgia 1981, 1/1: (41-50)
- (11) Bogduk N
The clinical anatomy of the cervical rami
Spine 1982, 7/4: (319-330)
- (12) Bogduk N
Headaches and the cervical spine. An editorial
Cephalalgia 1984, 4: (7-8)

(13) Bogduk N, Lambert GA, Duckworth JW,
The anatomy and physiology of the vertebral nerve in
relation to cervical migraine
Cephalalgia 1981, 1/1: (11-24)

(14) Braaf MM, Rosner S
Trauma of the cervical spine as cause of chronic
headache
J. Trauma 1975, 15/5: (441-446)

(15) Braakman R, Penning L
Injuries of the cervical spine
In: Vinken PJ, Bruyn GW eds Handbook of Clinical
Neurology, Amsterdam: North Holland Publ. Co. 1975
(227-367)

(16) Brandt Th, Büchele W
Augenbewegungsstörungen
Stuttgart New York: Gustav Fischer Verlag 1983, (200-
203)

(17) Brodal A
Neurological Anatomy 2nd edn
London: Oxford university press 1969

(18) Carron H
Control of pain in the head and neck
Otolaryngol. Clin. North Am. 1981, 14: (631-652)

(19) Chambers WR
Posterior rizotomy of the second and the third cervi-
cal nerves for occipital pain
JAMA 1954, 155: (431-432)

(20) Chouret EE
The greater occipital neuralgia headache
Headache 1967, 4: (33-34)

(21) Cloward RB
The anterior approach for removal of ruptured cervical
discs
J. Neurosurg. 1958, 15: (602-617)

(22) Davis L, Pollock L
The role of the sympathetic nervous system in the
production of pain in the head
Arch. Neurol. Psychiat. 1932, 27: (282-293)

(23) Dirheimer Y
The craniovertebral region in chronic inflammatory
diseases
Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag 1977

(24) Dutton CBN, Riley LH
Cervical migraine. Not merely a pain in the neck
Am. J. Med. 1969, 47: (141-148)

(25) Duus P
Neurologisch-topische Diagnostik 3d ed.
Stuttgart: Thieme Verlag 1983

- (26) Edmeads J
Headaches and head pains associated with diseases of
the cervical spine
Med. Clin. North Am. 1978, 62 (3): (533-544)
- (27) Frick H, Leonhardt H, Starck D
Allg. und spez. Anatomie
Stuttgart: Thieme-Verlag 1978
- (28) Groenbaek E
Cervical antero-lateral microsurgery for Headache
In: Pfaffenrath V, Lundberg PO, Sjaastad O eds Up-
dating in Headache
Berlin Heidelberg New York Tokyo: Springer-Verlag 1985
(17-23)
- (29) Gutmann G
Kopfgelenke und Kopfschmerz
Man. Med. 1977, 15/1: (1-15)
- (30) Gutmann G
Der vertebrale Kopfschmerz
Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. 1981, 119/6: (687-690)
- (31) Gutmann G
Die Halswirbelsäule
Stuttgart New York: Gustav Fischer Verlag 1981
- (32) Hammond SR, Danta G
Occipital neuralgia
Clin. Exp. Neurol. 1978, 15: (258-270)
- (33) Hardebo JE, Krabbe AA, Gjerris F
Enhanced dilatory response to histamine in large ex-
tracranial vessels in chronic cluster headache
Headache 1980, 20: (316-320)
- (34) Heistad D, Marcus M
Evidence that neural mechanisms do not have important
effects on cerebral blood flow
Circ. Res. 1978, 3/42: (295-302)
- (35) Herrmann G, Mayer ETH
Qualitative Auswertung von Röntgenaufnahmen des Kopf-
Hals-Gelenks
Medizinische Informatik und Statistik 1983, 40: (304-
311)
- (36) Hildebrandt J, Argyrakis A
Die perkutane zervikale Facettdenervation - ein neues
Verfahren zur Behandlung chronischer Nacken-Kopf-
schmerzen
Man. Med. 1983, 21: (45-49)
- (37) Hunter CR, Mayfield FH
Role of the upper cervical roots in the production of
pain in the head
Am. J. Surg. 1949, 5: (743-751)

- (38) Jansen J, Spoerri O
Atypical fronto-orbital pain and headache due to compression of upper cervical roots
In: Pfaffenrath V, Lundberg PO, Sjaastad O eds Updating in Headache
Berlin Heidelberg New York Tokyo: Springer-Verlag 1985 (14-17)
- (39) de Jong PT, de Jong JV, Cohen B, Jongkees LB
Ataxia and nystagmus induced by injection of local anaesthetics in the neck
Ann. Neurol. 1977, 1: (240-246)
- (40) Kerr FWL, Olafson RA
Trigeminal and cervical volleys
Arch. Neurol. 1961, 5: (171-178)
- (41) Krogdahl T, Torgersen O
Die Uncovertebralgelenke und die Arthrosis deformans uncovertebralis
Acta Radiol. 1940, 21/3: (231-262)
- (42) Kudrow L
Cluster-Headache: Mechanisms and Management
London: Oxford University Press 1980
- (43) Lance JW
Headache
Ann. Neurol. 1981, 10/1: (1-10)
- (44) Lance JW, Anthony M
Neck-tongue-syndrome on sudden turning of the head
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 1980, 43 (2): (97-101)
- (45) v Lanz T, Wachsmuth W
Praktische Anatomie
Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1979
- (46) Lewis T, Kellgren JH
Observations relating to referred pain visceromotor reflexes and other associated phenomena
Clin. Sci. 1939, 4: (41-71)
- (47) Marshall J
A survey of occlusive diseases of the vertebrobasilar arterial system
In: Vinken PJ, Bruyn GW eds Handbook of Clinical Neurology Vol. 12
Amsterdam: North Holland Publ. Co. 1968, (1-12)
- (48) Mayer E Th, Herrmann G, Pfaffenrath V, Pöhlmann W, Auberger Th
Functional radiographs of the craniocervical region and the cervical spine. A new computer-aided technique
Cephalalgia 1985, 5: (237-243)

- (49) Miller NR
Walsh and Hoyt's Clinical Neuroophthalmology Vol. II
4th edn
Baltimore London Los Angeles Sydney: Williams &
Wilkins 1985
- (50) Miller-Fisher C
Headache in cerebrovascular disease
In: Vinken PJ, Bruyn GW eds Handbook of Clinical
Neurology Vol. 12
Amsterdam: North Holland Publ. Co. 1968, (124-155)
- (51) Moore DC
Regional blocks 4th edn
Springfield/Ill.: CC Thomas 1965, (112-122)
- (52) Moskowitz MA
The neurobiology of vascular head pain
Ann. Neurol. 1984, 16: (157-168)
- (53) Newill RGD
Headache and giddiness of cervical origin
J. R. Coll. Gen. Pract. 1972, 1922: (51-53)
- (54) Oh S, Tok S, Allemann J, Prevost A, Schmid UD
Exhärese bei Okzipitalneuralgie
Neurochirurgia 1983, 26: (47-50)
- (55) Patten JP
Neurologische Differentialdiagnose
Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag 1982
- (56) Pawl RP
Headache, cervical spondylosis and anterior cervical
fusion
Surg. Ann. 1977, 9: (391-408)
- (57) Penning L
The cervical Spine
Amsterdam New York London Paris Milan Tokyo Buenos
Aires: Excerpta Medica Foundation, 1968
- (58) Perelson H
Occipital nerve tenderness: A sign of headache
South. Med. J. 1947, 40: (653-656)
- (59) Pfaffenrath V, Pöllmann W, Kufner G, Drubba S
ß-Blocker und Migräne
Fortschr. Neurol. Psychiat. 1985, 53: (13-21)
- (60) Raney A, Raney R
Headache: A common symptom of cervical disc lesions
Arch. Neurol. 1948, 59: (603-621)
- (61) Ruch T, Patton HD
The brain and neural functions
In: Physiology and Biophysics
Philadelphia, London: WB Saunders Co. 1979

- (62) Schmidt RF, Thews G
Physiologie
Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag 1977
- (63) Schultz E, Semmes R
Head and neck pains of cervical disc origin
Laryngoscope 1950, 60: (338-343)
- (64) Sherrington CS
On the anatomical constitution of nerves of skeletal muscles
J. Physiol. (London) 1894, 17: (211-258)
- (65) Shujter ME, Koetsveld-Baart CC
Interruption of pain pathways in the treatment of the cervical syndrome
Anaesthesia 1980, 35: (302-307)
- (66) Sjaastad O
CPH - The clinical manifestations
Uppsala J. Med. Sci. 1980, 31: (27-33)
- (67) Sjaastad O, Saunte C
Unilaterality of headache
In: Pfaffenrath V, Lundberg PO, Sjaastad O eds Up-
dating in headache
Berlin Heidelberg New York Tokyo: Springer-Verlag 1985
(41-46)
- (68) Sjaastad O, Saunte C, Brevik H
Die chronisch-paroxysmale Hemicranie (CPH) - eine
Sonderform des cervicogenen Kopfschmerzes?
In: Pfaffenrath V, Neu I, Schrader P eds Primäre
Kopfschmerzen, MMW-Verlag München 1983, (9-16)
- (69) Sjaastad O, Saunte C, Hovdahl H, Breivik H,
Groenbaek E
"Cervicogenic headache". A hypothesis
Cephalalgia 1983, 3: (249-256)
- (70) Sjaastad O, Spierings E
"Hemicrania continua": Another headache absolutely
responsive to Indometacin
Cephalalgia 1984, 4: (65-70)
- (71) Stewart DY
Current concepts of the Barré Syndrome or the pos-
terior cervical sympathetic syndrome
Clin. Orthop. 1962, 24: (40-48)
- (72) Töndury G
Angewandte und topographische Anatomie 5th edn
Stuttgart New York: Thieme Verlag 1981
- (73) Travell J
Referred pain from skeletal muscle
N.Y. State J. Med. 1955, 55: (331-340)
- (74) Travell J, Rinzler SH
The myofascial genesis of pain
Postgrad. Med. 1952, 5: (425-434)

(75) von Walkenburg CT

Über die mechanische und funktionelle Beziehung der
Radix descendens Trigemini zum oberen Halsmark
Schweiz. Arch. Neurol. Psychiatr. 1924, 14: (238-254)

(76) White AA, Panjabi MM

Clinical biomechanics of the spine

Philadelphia Toronto: JB Lippincott Company 1978

(77) Williams PL, Warwick R

Functional Neuroanatomy of Man 1st edn.

Edinburgh London New York: Churchill/Livingston,
Publ., 1975

ZUSAMMENFASSUNG

Störungen im Bereich der Halswirbelsäule werden häufig als Ursache von Kopfschmerzen angesehen. Sjaastad hat mit der Beschreibung des sog. "cervicogenen Kopfschmerzes" (CV) ein früher uneinheitliches Kopfschmerzsyndrom klinisch exakt definiert und damit eine differentialdiagnostische Abgrenzung von anderen primären Kopfschmerzformen ermöglicht.

Der CV ist ein stets unilateraler, konstanter Kopfschmerz, der anfangs in Attacken auftreten kann und ipsilateral von einer geringen Lakrimation, einer konjunktivalen Injektion, einem Tinnitus und gelegentlich einem Erythem im Frontal- und Temporalbereich begleitet wird. Relativ häufig wird ein ipsilaterales Schleiersehen bzw. eine Visusminderung angegeben.

Der CV kann durch bestimmte Kopfbewegungen und durch Druck auf Triggerpunkte im Nackenbereich (hauptsächlich über der Wurzel C2) ausgelöst bzw. verstärkt werden. Eine Blockade der Spinalwurzel C2 mit einem Lokalanästhetikum führt zu einer sofortigen, vorübergehenden Schmerzfreiheit oder -erleichterung.

Die Schmerzfreiheit nach der C2-Blockade und die mechanische Provozierbarkeit des CV weisen auf die besondere Bedeutung der Spinalwurzel C2 beim CV hin.

Zahlreiche Hypothesen beschäftigen sich mit der Ätiologie und der Pathogenese des CV, wobei vaskuläre, neurogene, ossäre, ligamentäre und myogene Ursachen diskutiert werden. Im Vordergrund stehen hierbei die Kopf-Hals-Gelenke, die anatomisch und funktionell eine Sonderstellung einnehmen und deren Innervation fast ausschließlich über C2 erfolgt.

An den computergestützten Messungen der Halswirbelsäule nahmen insgesamt 15 Patienten mit einem gesicherten CV teil. Als Kontrollgruppe dienten 18 Probanden, die nicht unter Kopfschmerzen litten.

Von der CV- und der Kontrollgruppe wurden Mediantomogramme der HWS in Ventro- und Dorsoflexion im seitlichen und im a.p.-Strahlengang angefertigt, sowie a.p.-Tomogramme der Kopf-Halsgelenke (Neuroradiologische Abteilung der Nervenklinik der Universität München). Die Auswertung der Mediantomogramme erfolgte im MEDIS-Institut der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF).

Benutzt wurde ein graphischer Arbeitsplatz Tektronix 4014 mit einem transparenten, graphischen Digitalisiertablett, der mit einem Prozeßrechner VAX 11/780 verbunden war.

Das verwendete Programm nach Herrmann und Mayer ermöglicht die Berechnung der Gesamtbeweglichkeit der HWS, der Beweglichkeit der einzelnen Wirbelsegmente, sowie der Drehachsen in Bezug zum Wirbelkörper und der Spaltweite des vorderen Atlantoaxialgelenkes.

Bei der CV-Gruppe konnte eine signifikante Unterbeweglichkeit in den Kopf-Hals-Gelenken (C0/C2) festgestellt werden, wobei das größte Ausmaß dieser Bewegungseinschränkung das Atlantooccipitalgelenk betrifft. Auffällig war eine wahrscheinlich kompensatorische Überbeweglichkeit des Gelenkes C6/C7.

Radiologische Veränderungen, wie z. B. Knickbildungen, Verkalkungen in der Membrana atlantooccipitalis, Mißbildungen und arthrotische Veränderungen korrelierten

nicht mit den meßtechnisch festgestellten Bewegungseinschränkungen.

Bei der Darstellung der Drehachsen ergab sich eine größere Streuung im Segment C2/C3 für die CV-Gruppe. Blockierungen im Segment C1/C2 waren häufig begleitet von einer Verlagerung der Drehachsen in den Gelenkspalt.

Die Ergebnisse deuten auf eine überwiegend funktionelle Störung hin, insbesondere, da bei bestehender Hypomotilität C0/C1 die Beweglichkeit im Segment C1/C2 in der Regel erhalten ist. Zu der Funktionsstörung können mechanische und entzündliche Komponenten hinzutreten. Die bisherigen Ergebnisse machen weitere Untersuchungen mit verfeinerten Meßtechniken (Messung der Lateralflexion und Rotation) wünschenswert.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. V. Pfaffenrath für die Überlassung des Themas und die freundliche und aufmerksame Betreuung, sowie Frau F. Anneser für die photographischen Arbeiten.

Herrn Dr. E. Mayer (Neuroradiologische Abteilung der Nervenlinik der Universität) danke ich für seine freundliche Unterstützung bei den radiologischen Aufnahmen.

Besonderer Dank gilt Herrn G. Herrmann (MEDIS-Institut, GSF) für seine unermüdliche Hilfe bei der Auswertung der meßtechnischen Ergebnisse.

L e b e n s l a u f

Name: Raul D a n d e k a r

Geburtstag und -ort: 01.09.1961 in Alpen/Moers

Eltern: Dr. med. Govin Dandekar und
Ehefrau Dr. med. Christa
Dandekar, geb. Schirra

Schulbildung: 1967 - 1969 Volksschule Dortmund
1969 - 1970 Volksschule Lindau
1970 - 1979 Gymnasium Lindau
1979 Abitur

Studium: Beginn im Sommersemester 1980
ärztl. Vorprüfung März 1982
1. Staatsexamen März 1983
2. Staatsexamen März 1985
Praktisches Jahr:
1. Tertial: Chirurgie (Chir. Klinik
Großhadern)
2. Tertial: Neurologie (Royal
Surrey County Hospital, Guildford,
England)
3. Tertial: Inn. Medizin (III. med.
Abteilung, Zentralklinikum Augsburg)
3. Staatsexamen April 1986

